



**Pedro Jorge Veloso  
das Neves**

**Abastecimento de Peças a uma Linha de Montagem  
Final**



229490

**Pedro Jorge Veloso  
das Neves**

**Abastecimento de Peças a uma Linha de Montagem  
Final**

Projecto apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizada sob a orientação científica do Doutor Luís Ferreira, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

## **o júri**

presidente

**Professor Doutor José António de Vasconcelos Ferreira**  
professor auxiliar da Universidade de Aveiro

vogais

**Professor Doutor João Paulo Oliveira Pinto**  
professor auxiliar da Universidade Lusíada em Vila Nova de Famalicão

**Professor Doutor Luis Miguel Domingues Fernandes Ferreira**  
professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

**Mestre Carlos Manuel Oliveira Rodrigues**  
director de produção da Toyota Caetano Portugal em Ovar

## **agradecimentos**

Gostaria de agradecer a todos os profissionais da Salvador Caetano de Ovar, que facilitaram o trabalho que estive a desenvolver.

Ao professor Luís Ferreira, da Universidade de Aveiro, pela disponibilidade e informação disponibilizada.

Ao Eng. Carlos Rodrigues cujo apoio e esclarecimentos foram fundamentais.

Dedico este trabalho à minha família e amigos por todo o apoio.

## palavras-chave

Lean, logística, mizusumashi

## resumo

Com o presente trabalho pretende-se desenvolver uma análise cuidada às operações no local de trabalho que adicionam valor aos materiais (*shigoto*) de modo a minimizar o trabalho que não adiciona valor (*muda*), através do estudo de implementação de um sistema *pull* com *picking* e trem logístico, apoiado por *kanbans*.

**keywords**

Lean, logistics, mizusumashi

**abstract**

This work intends to develop a careful analysis of operations at work that add value to materials (*shigoto*,) in order to minimize the work that does not add value (*muda*) through the study of implementation of a pull system with picking and train logistics, supported by *kanbans*.

## Índice

Capítulo 1.....	1
1.1 - Introdução.....	1
Capítulo 2.....	3
2.1 -Lean.....	3
2.2 - Supermercado.....	6
2.3 - Mizusumashi .....	7
2.4 - Bordo de Linha .....	9
2.5 - Sistema Pull.....	11
2.6 - Kanban .....	12
2.7 - <i>Kanban</i> electrónico.....	14
2.8 - Vantagens do uso de <i>kanbans</i> .....	16
2.9 - Decisões e políticas de stock .....	17
2.10 - Mapeamento de Processos .....	18
2.11 - O uso do mizusumashi como meio de abastecimento de peças à linha.....	19
2.12 - Número de contentores .....	21
Capítulo 3.....	23
3.1 - Descrição do caso de estudo .....	23
3.1.1 - A Toyota .....	23
3.1.2 - A Toyota Caetano Portugal .....	23
3.1.3 - A filosofia Toyota .....	24
3.1.4 - A unidade fabril de Ovar .....	26
3.2 - Objectivos.....	30
3.2.1 - Actualmente .....	30
3.2.2 - O que se pretende .....	30

Capítulo 4.....	33
4.1 - Resultados .....	33
4.1.1 - Layout actual.....	33
4.1.2 - Proposta de <i>Layouts</i> .....	35
4.2 - Cargas e Descargas .....	37
4.3 - Mapeamento de Operações .....	38
4.4 - Fluxos de Empilhadores .....	39
4.5 - Reorganização dos armazéns .....	41
4.6 - Número de peças/lotes em uso.....	42
4.7 - Fluxos .....	42
4.8 - Caixas <i>Standards</i> .....	45
4.9 - Bordo de Linha .....	46
4.10 - Kanbans.....	48
4.11 - Exemplo de n.º de <i>kanbans</i> de rotação obtidos.....	50
4.12 - Número de contentores .....	50
Capítulo 5.....	53
5.1 - Conclusões .....	53
Bibliografia.....	55
Webgrafia .....	57



## Índice de Figuras

Figura 1 - Princípios do Gemba – Kaizen Institute.....	5
Figura 2 - o uso do andon como sistema de controlo visual.....	6
Figura 3 - Ciclo de controlo com o auxílio do andon.....	6
Figura 4 - <i>Layout</i> de um supermercado (vista em corte) .....	7
Figura 5 - Mizusumashi em operação.....	8
Figura 6 - Corredor logístico com 1 sentido .....	8
Figura 7 - Corredor logístico com 2 sentidos.....	9
Figura 8 - Móvel de bordo de linha com prateleira de retorno .....	11
Figura 9 - Abastecimento por frequência (exemplo para abastecimento por 2 caixas) .....	12
Figura 10 - Modo de funcionamento do sistema de kanbans de produção .....	13
Figura 11 - Caixa <i>Kanban</i> .....	14
Figura 12 - Linha de montagem final.....	27
Figura 13 - Sistema de Produção Toyota.....	28
Figura 14 – TCAP Ovar .....	28
Figura 15 - Actividade Kaizen.....	29
Figura 16 - Placar de Informação.....	30
Figura 17 - Áreas em estudo.....	34
Figura 18 - Disposição actual.....	34
Figura 19 - Linha de teste escolhida: linha de cabines .....	35
Figura 20 - Linha de cabines .....	35
Figura 21 - Proposta de Layout 1.....	36
Figura 22 - Proposta de Layout 2.....	37
Figura 23 - Visão global das áreas envolvidas .....	43
Figura 24 - Pormenor das rodas de um vagão logístico .....	43
Figura 25 - Fluxo do trem logístico .....	44

Figura 26 - Atravessamento da linha de cabines.....	44
---	----

# Capítulo 1

## 1.1 - Introdução

Todos os construtores automóveis possuem hoje gamas de veículos bastante diversificadas, de modo a conseguirem atingir uma maior percentagem de mercado. Qualquer que seja o tipo de veículo, as propostas são muito semelhantes de construtor para construtor, quer ao nível de motorizações e equipamentos, quer ao nível de qualidade e preços.

Existem no entanto disparidades muito grandes nos resultados financeiros obtidos pelos construtores. Como é que usando o mesmo equipamento, materiais, peças e processos para produzir produtos semelhantes, algumas marcas apresentam rentabilidade e outras não? Os resultados são díspares porque os sistemas de fabricação são diferentes e apenas um sistema que elimine desperdícios consegue alcançar maior lucro.

Com o presente trabalho pretendo desenvolver uma análise cuidada às operações no local de trabalho que adicionam valor aos materiais (*shigoto*) de modo a minimizar o trabalho que não adiciona valor (*muda*), através do estudo de implementação de um sistema *pull* com *picking* e trem logístico, apoiado por *kanbans*.

Pretende-se efectuar um estudo logístico para a implementação do conceito de *picking* num supermercado fabril onde se colocará o stock de peças para um curto período de tempo e dinamizar o processo de abastecimento de peças à linha de montagem final através da implementação do trem logístico (*mizusumashi*). Isto implicará um estudo profundo de mudança de *layout* nos armazéns de modo a permitir um fluxo contínuo de materiais e colaboradores, a atribuição de novas tarefas aos vários departamentos envolvidos na cadeia de abastecimento e uma grande sensibilização de todos para a melhoria contínua (*kaizen*) de modo a eliminar os actuais desperdícios (*muda*).

O presente trabalho inicia-se pela apresentação e objectivos. O capítulo 2 contém uma abordagem teórica ao problema, com especial incidência para os conceitos *lean logistics*. No capítulo 3 apresento o caso de estudo, uma visão abrangente da logística

interna da empresa. No capítulo 4 apresento as soluções de melhoria e no capítulo 5 apresento os resultados obtidos.

## Capítulo 2

### 2.1 -Lean

O Lean Thinking está assente em 5 princípios: valor, cadeia de valor, fluxo, *pull* e perfeição.

Um dos principais objectivos do *lean* é eliminar desperdícios em todos os processos de fabrico, de modo a que seja possível minimizar custos e aumentar a qualidade dos produtos. Ao longo do tempo, a Toyota conseguiu desenvolver e aplicar em todos os processos de fabrico uma filosofia criada a partir do conceito *kaizen*, que pressupõe melhorias no desempenho através de pequenas acções incrementais. A essa filosofia deram o nome de Sistema de Produção Toyota (TPS). O TPS tem como objectivos a redução de custos, através da identificação e eliminação de perdas, obtendo e assegurando produtos de qualidade e a criação de locais de trabalho organizados, que respondam rapidamente a alterações, onde haja sempre respeito pelos outros e onde os trabalhadores desempenhem as suas actividades maximizando as suas capacidades.



Figura 1 - Avaliação Lean – kanban.com (adaptado)

Para a redução de custos, o TPS classificou em sete categorias o *muda* (figura 2), actividades que não acrescentam valor: o desperdício de espaço, de inventário, de excesso de produção, de transporte, de movimentação, de tempos de espera e de defeitos.



Figura 2 - 7 tipos de desperdícios

Corrêa (1993) argumenta que se devem eliminar todas as actividades que não agregam valor à produção, eliminando-se assim os desperdícios.

A Toyota pode orgulhar-se de ter conseguido ultrapassar as construtoras americanas após 60 anos a implementar *kaizen*, melhorias contínuas que devem ser praticadas todos os dias, por todos os colaboradores e em todas as áreas. Do japonês “*Kai*” que significa “mudança” e “*Zen*” que significa “para melhor” o sistema consiste numa busca incessante da melhoria dos processos produtivos e administrativos.

A aplicação de um sistema *kaizen* considera que os colaboradores passam a incorporar no seu dia-a-dia práticas como a melhoria do desempenho dos processos, a satisfação do cliente (interno e externo), a qualidade de vida da empresa e a organização do local de trabalho. Considera ainda que a administração da empresa passa a assumir os valores *kaizen* como parte da política de qualidade e que lhe cabe disponibilizar recursos necessários a actividades como programas de sugestão, programas 5S, e principalmente técnicas de solução de problemas, entre outros. O *kaizen* complementa as práticas de reengenharia, pois ambas promovem a melhoria através da eliminação de problemas identificados.

Segundo o *Kaizen Institute*, existem 5 passos para a implementação *kaizen* - Os Princípios do Gemba (figura 3):

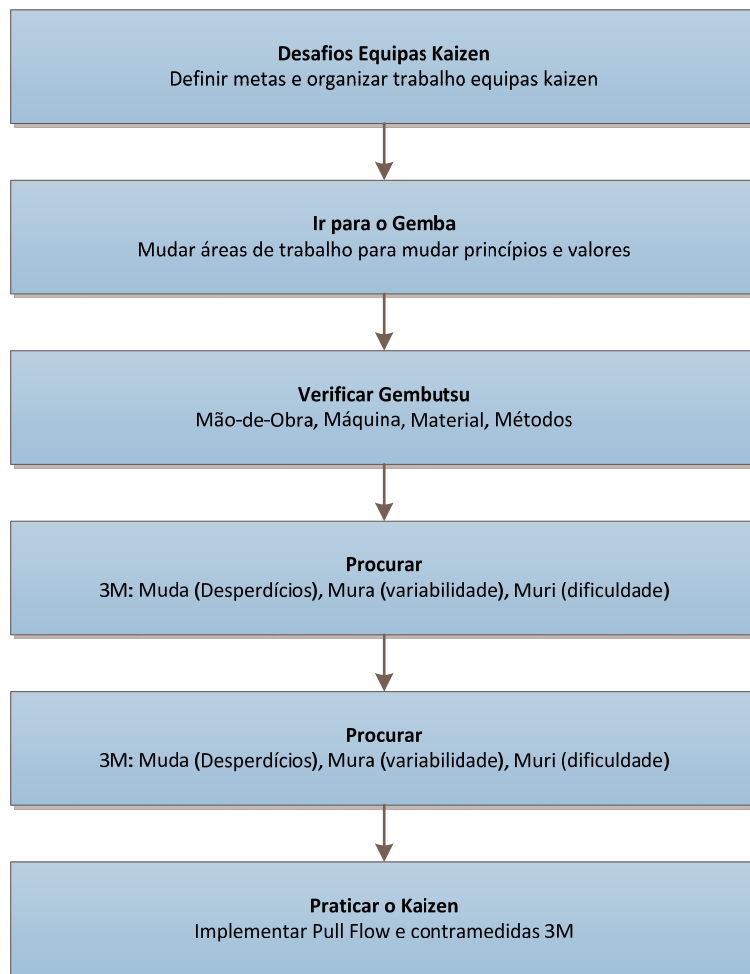


Figura 3 - Princípios do Gemba – Kaizen Institute

A implementação de melhorias contínuas na linha de fabrico deve assentar no aumento da eficiência e fiabilidade dos equipamentos, na eliminação de muda, no aumento da eficácia dos fluxos e da qualidade e custo do produto.

A implementação de sistemas de controlo visual visa tornar mais eficaz controlar processos através de sinais visuais. Um desses sistemas é o *andon*, um quadro informativo que fornece sinais visíveis e audíveis no instante em que surgem anomalias dentro de determinada área (figuras 4 e 5). Assim, os líderes de equipa despendem menos esforço na monitorização pois quando ocorre um problema o *andon* dá o alerta. De igual forma, quando o problema é resolvido, o *andon* dá o sinal verde, informando que tudo voltou ao normal.

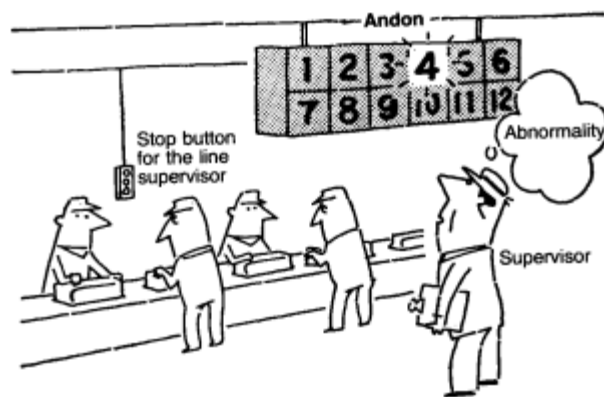


Figura 4 - o uso do *andon* como sistema de controlo visual – fonte: controlovisual.com

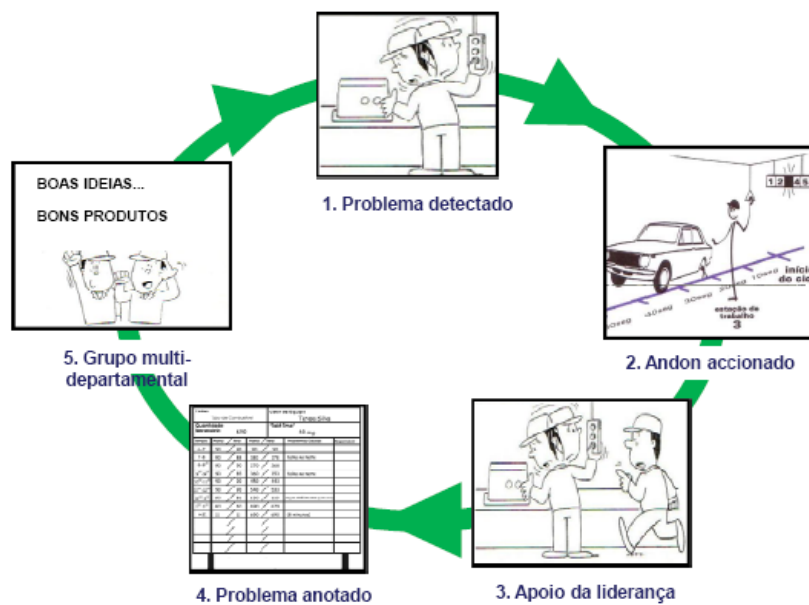


Figura 5 - Ciclo de controlo com o auxílio do *andon* – fonte: controlovisual.com

O controlo visual é a maneira de se usar uma supervisão efectiva do fluxo de trabalho pois, só olhando de relance, os supervisores podem dizer se as actividades produtivas estão a proceder-se normalmente ou não.

## 2.2 - Supermercado

Supermercado é um conceito do Sistema de Produção Toyota e consiste num armazém de pequenas dimensões com *stock* para curtos períodos de produção. O seu funcionamento é semelhante ao que acontece nas prateleiras dos hipermercados: à medida que os clientes vão tirando os produtos o abastecedor volta a repor os *stocks*.



Foi através desta observação de *Taiichi Ohno* que surge o conceito de sistema *pull*: à medida que os itens são levados um colaborador volta a repor de modo a que estejam sempre disponíveis.

Como todo o processo de abastecimento é dinâmico e *just-in-time*, o *layout* do supermercado (figura 6) é muito importante pois aí chegam os fluxos vindo do armazém geral e partem os fluxos para a linha. Assim, o supermercado é formado por vários corredores delimitados por estantes que contêm prateleiras onde são colocadas as peças. Deve-se ter em conta que cada estante terá de um lado o corredor de abastecimento e do outro o corredor de *picking*. O transporte para a linha será otimizado quando usado o *mizusumashi*.

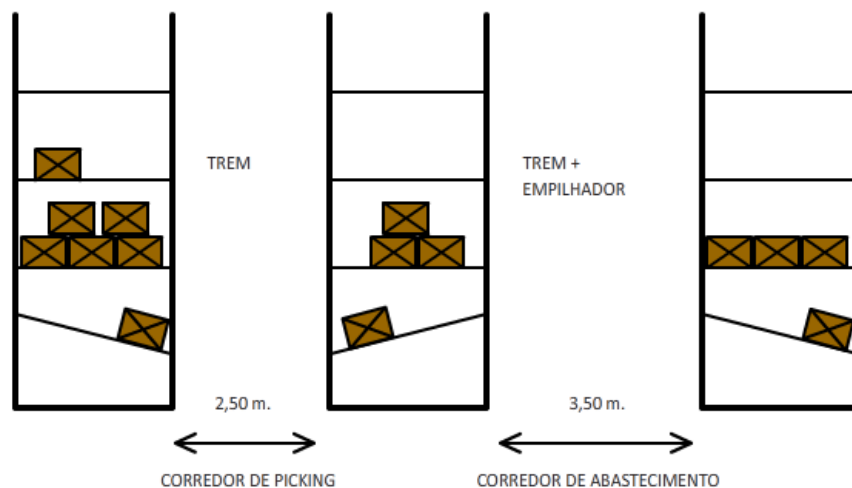


Figura 6 - Layout de um supermercado (vista em corte)

### 2.3 - Mizusumashi

O uso do *mizusumashi* surge no sistema de produção Toyota como um meio para se atingir o JIT. Também chamado de trem logístico, é um tractor eléctrico conduzido por um colaborador, que funciona como rebocador de vagões desenhados à medida das peças a transportar. A sua missão é levar para a linha, através de circuitos padronizados, o que é necessário, quando é necessário, na quantidade necessária e na qualidade certa – *just-in-time*.



Figura 7 - Mizusumashi em operação – fonte: kaizen.com

Sempre que possível o trem logístico transportará as peças já dentro de caixas normalizadas, devidamente acomodadas de modo a que o transporte não as risque ou danifique. A cada caixa estará associado um *kanban*. Embora longo, o *mizusumashi* é de fácil manuseamento pois os vagões passam precisamente onde passa o tractor, mesmo em curva. O transporte deve ser feito em lotes reduzidos, com altos níveis de qualidade, com tempos de ciclos reduzidos e de forma frequente e confiável. O trem logístico permite acrescentar valor, uma vez que são reduzidos os desperdícios de transporte. Os corredores logísticos podem ter um sentido (figura 8) ou dois sentidos (figura 9).

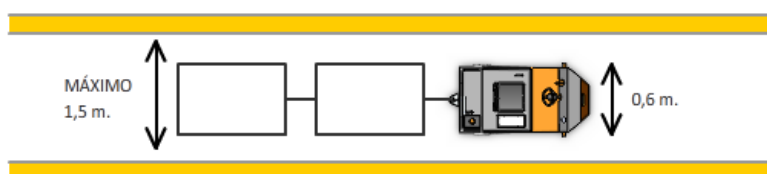


Figura 8 - Corredor logístico com 1 sentido

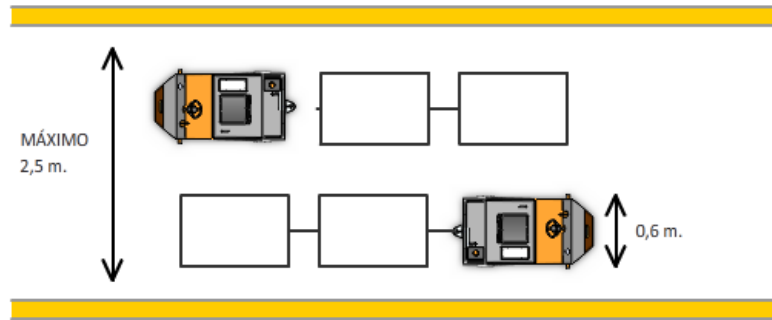


Figura 9 - Corredor logístico com 2 sentidos

O trem logístico reduz a percentagem de defeitos uma vez que só é entregue o que é necessário. Não há o risco de componentes danificados pelos garfos do empilhador. A frequência de entrega é alta, reduzindo os *stocks* em linha. e as tarefas são realizadas apenas por 1 operador.

#### 2.4 - Bordo de Linha

O bordo de linha é o termo utilizado para representar o que está junto à linha de montagem, como as estantes e os materiais. Devem ser dados aos colaboradores da produção as melhores condições para:

- reduzir os tempos de pegar nas peças;
- eliminar as operações penosas;
- eliminar paragens por falta de abastecimento;
- eliminar as operações inúteis;
- criar uma boa gestão visual;
- criar trabalho normalizado;
- reduzir o tempo de mudança de série.

Devem ser dados aos operadores de abastecimento as melhores condições para:

- eliminar os deslocamentos em vazio;
- eliminar os deslocamentos difíceis e penosos;
- normalizar o trabalho do abastecedor;
- reduzir o tempo de mudança de série.

Todas as peças necessárias para a montagem do material devem estar no bordo de linha, dispostas por referências únicas e fixas. Os tempos de abastecimento devem ser curtos, garantindo uma rápida mudança de série, em pequenas quantidades (as paletes devem ser eliminadas do bordo de linha, melhorando assim a ergonomia dos postos) e de modo a não existirem paragens resultantes de falta de abastecimento.

O abastecimento através de pequenas quantidades garante a diminuição da percentagem de defeitos pois só existe um nível de componentes, arrumados individualmente cada um no seu lugar. O trabalho dos operadores é facilitado pois é mais fácil retirar-se as peças de pequenos contentores, muito mais ergonómicos e leves. Há ainda ganho em espaço pois pequenos contentores significam pouca área de passagem e ocupação.

No bordo de linha deve-se ter em conta:

- melhoria da eficiência do posto de trabalho (aumento do número de peças/hora);
- redução de grandes volumes;
- redução de tempos de operação;
- ganhos na simplificação do trabalho de picking;
- redução das operações pouco frequentes;
- redução das operações complementares.

Ao produzir-se através de lotes pequenos, não só o tempo de não-processo é diminuído, mas também o controlo de qualidade se torna mais fácil. Os defeitos são mais facilmente descobertos e problemas de qualidade repetidos são mais fáceis de evitar.

Um factor muito importante é os móveis de linha (figura 10). Estes devem estar adaptados à mudança de caixas, de modo a permitir trocar vazio por cheio.



Figura 10 - Móvel de bordo de linha com prateleira de retorno – fonte: CaetanoBus

## 2.5 - Sistema Pull

No sistema pull a célula logística é que determina o consumo, ao deixar na prateleira de retorno uma caixa vazia. Esta caixa serve de *kanban* pois tem uma etiqueta que identifica o tipo de material, quantidade e local onde se encontra na célula logística. O *mizusumashi* ao passar leva a caixa vazia para a célula e no próximo ciclo traz para o bordo de linha a caixa cheia.

É possível desenvolver-se um estudo de abastecimento, através da análise gráfica do stock por período (figura 11):

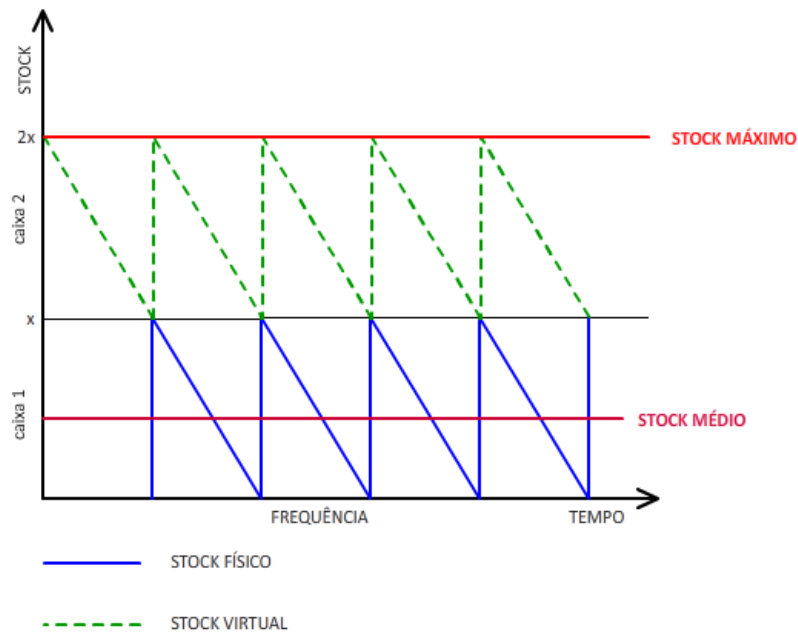


Figura 11 - Abastecimento por frequência (exemplo para abastecimento por 2 caixas)

## 2.6 - Kanban

Tradicionalmente, um *Kanban* (“*Kan*” de cartão e “*ban*” de sinal) é um cartão que comunica a necessidade de reposição de um componente, produto ou material a um processo anterior. Esse cartão funciona como um sistema de fornecimento contínuo e objectiva a redução do stock ao mínimo, mantendo o fluxo de materiais à linha ordenado e eficiente, transmitindo informação a toda a cadeia de fornecimento.

Este conceito consegue balancear a quantidade de peças na estante de bordo de linha pois o transporte é feito de acordo com as necessidades, minimizando o risco de ruptura e de excesso de peças. Este sistema é uma das ferramentas da produção *just-in-time* e pode levar ao aumento da flexibilidade do processo.

O sistema *kanban* tem como vantagens:

- ser um processo simples e de fácil compreensão;
- fornece informação exacta e rapidamente;
- é um sistema de troca de informações com um custo baixo;

- fornece respostas rápidas a alterações;
- evita a sobreprodução;
- minimiza desperdícios;
- potencia o controlo;
- delega responsabilidade aos trabalhadores de linha.

Existem várias regras para o operador que utilize um processo com *kanban* de linha:

- retirar a primeira peça da caixa e colocar o *kanban* na caixa de correio *kanban*;
- ter a certeza de colocar o *kanban* na caixa de correio;
- contactar o chefe de secção caso não haja nenhum *kanban* ou caso alguma coisa pareça errada nas prateleiras de fluxo de peças;
- se utilizar uma peça mas se esquecer de pôr o *kanban* na caixa de correio, o abastecedor não entregará o próximo fornecimento de peças e vai resultar que haja um número insuficiente de peças no local de trabalho.

No sistema *kanban* o processo seguinte consome apenas o que é necessário, quando é necessário e na quantidade que é necessária. O processo anterior produz somente as peças suficientes para substituir as retiradas pelo processo seguinte.

Existem dois tipos de *kanbans*, o de produção, que define quando é que determinado trabalho tem que ser executado pela linha e o de movimentação, que contém a informação de onde vem e para onde vai o componente.

A figura 12 exemplifica o modo de funcionamento de um sistema de *kanbans* de produção.



Figura 12 - Modo de funcionamento do sistema de kanbans de produção

Como o número de *kanbans* serve como regulador, pois funciona como uma autorização de produção, fornecendo a quantidade de componentes que vai ser produzida e como o número máximo de *stock* em trânsito é determinado pelo número de cartões usados torna-se muito importante o seu correcto dimensionamento. Segundo um estudo de *Taiichi Ohno's*, continuado por *Sugimori e tal.* (1977) esse dimensionamento é conseguido através da equação:

$$N = D (T_p + T_w) \frac{1 + \alpha}{Q}$$

onde N é o número de cartões, D a taxa média de procura, Q a capacidade da caixa,  $\alpha$  o *stock* de segurança em termos da percentagem da procura diária,  $T_p$  o tempo médio de processamento do *kanban* e  $T_w$  o tempo médio de espera.

Esta fórmula tem duas limitações, o facto de Q,  $T_p$  e  $T_w$  poderem ser manipulados para melhores resultados e pelo facto de ignorar os diferentes factores custo.

A figura 13 mostra uma caixa *kanban*, usada para colocar *kanbans* de peças que pelas suas especificidades, não podem ser transportadas em caixas normalizadas.



Figura 13 - Caixa *Kanban*

## 2.7 - *Kanban electrónico*

Hoje em dia as empresas no geral e o *shopfloor* em particular têm grande à vontade com tecnologias pelo que o *ekanban* pode ser uma solução prática.



Quando se pretende implementar um sistema electrónico de *kanbans* não é necessário implementar primeiramente um sistema manual. Um bom sistema electrónico de *kanbans* para além das actividades do sistema tradicional garante que outras sejam mais eficientes e possibilita que se possam imprimir na mesma cartões tradicionais que sejam utilizados sistematicamente.

O sistema electrónico permite que os utilizadores calculem quando é que cartões devem ser adicionados ou retirados do sistema. Permite ainda:

- suporte de sistemas de *kanbans* tradicionais;
- importar informação a partir de ficheiros de Excel;
- a gestão de todos os dados *kanbans*, assim como dos seus ciclos;
- uma grande capacidade de gerar relatórios;
- Possibilita uma análise eficiente e ajustes necessário na quantidade de *kanbans*
- redução de actividades que não agregam valor;
- redução de erros humanos;
- alta transparência de inventários, ordens de produção e gargalos de produção;
- padronização dos processos de *kanban*
- melhoria continua de níveis de stock, prazos de entrega e confiabilidade de entregas;
- interface com sistemas TIC já existentes.
- eliminar a possibilidade de se perderem cartões;
- reduzir operações de manuseamento de cartões
- simplificar a comunicação entre fornecedores
- possibilita uma visibilidade da procura em tempo real;
- Aumenta a análise da performance do fornecedor

## 2.8 - Vantagens do uso de *kanbans*

*Kanbans* com fornecedores permite:

- Encurtar o *lead time* com fornecedores;
- Reduzir os níveis de inventário;
- Disparar sinais *kanban* baseados no consumo real

*Kanbans* no processo interno:

- Procura nivelar o stock em processo;
- Elimina movimentos indesejados de materiais;
- Sincroniza a produção com o consumo.

*Kanbans* com Centros de Distribuição:

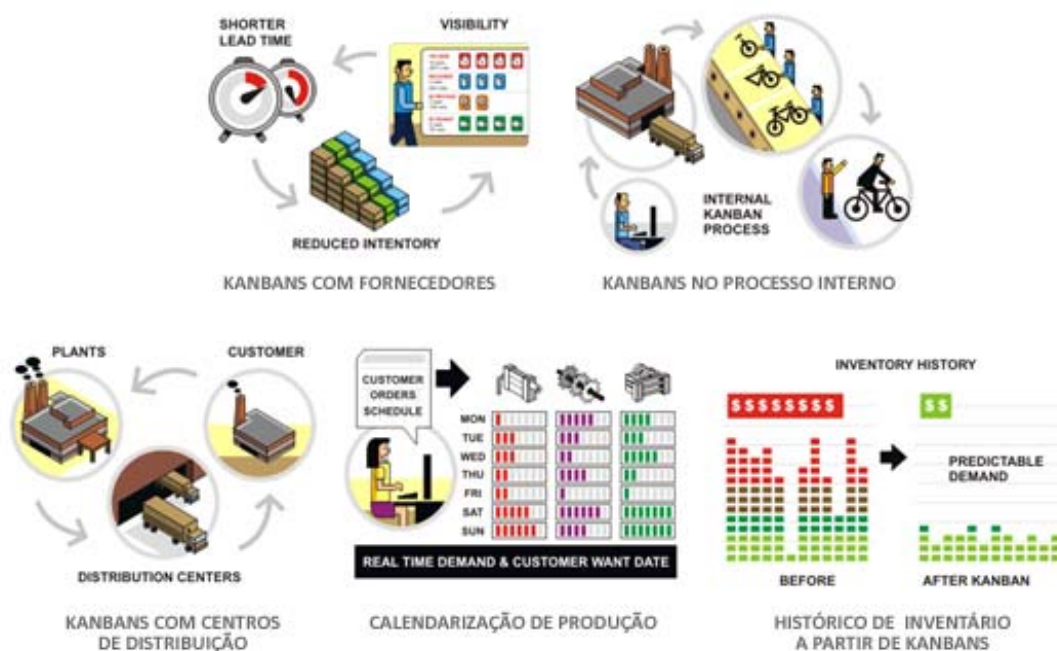
- Comunicação entre os centros de distribuição e os consumidores;
- Estabelece um sistema pull baseado nas necessidades dos consumidores;
- Estabelece visibilidade à satisfação dos clientes.

Calendarização de Produção:

- Nivela a produção baseado nos prazos de entrega e não na capacidade;
- Fornece visibilidade aos operadores, em tempo real;

Histórico de Inventário a partir de *kanbans*:

- Analisa o histórico e identifica os padrões de consumo e de reposição;
- Determina os níveis de existências de segurança, com base na variância do consumo.



Os vários tipos de *kanbans* - Fonte: kanban.com

## 2.9 - Decisões e políticas de stock

Todas as empresas têm que se concentrar em tomar medidas que objectivem a redução de stocks de forma a reduzirem os custos associados a toda a cadeia de abastecimento. Assim, a gestão de stocks assume nas empresas um papel fundamental.

Existem *stocks* de materiais para produção, *stocks* de materiais em processos e *stocks* de produtos acabados, ou seja, existem sempre *stock* até que o produto seja entregue ao cliente. A gestão de stocks tem como objectivo definir quais os produtos a encomendar, qual a altura em que devem ser encomendados e em que quantidade. Pretende-se manter o stock ao mais baixo nível em termos quantitativos e de custo, garantindo simultaneamente o fornecimento regular da empresa e a melhor execução das tarefas de aprovisionamento e armazenagem.

Uma das formas de se reduzirem custos com *stock* é ter os fornecedores junto à empresa, de forma a que as entregas dos fornecedores sejam feitas à medida das necessidades. Segundo Stenger e Ferrin (1989), é assim possível receber lotes de tamanhos menores com menor tempo de abastecimento. Quando não é possível ter

os fornecedores próximos, deve-se ponderar nas escolhas aqueles que agreguem maior valor.

O desafio das decisões e políticas de *stock* é conseguir o melhor equilíbrio entre um sistema *just-in-time*, com menores custos de *stock* e de transporte de modo a se obter maior vantagem competitiva em relação aos concorrentes.

Existem várias origens para custos com posse de *stocks*:

- Armazenagem;
- Amortização das instalações, rendas, equipamento móvel (empilhadores, ...) e encargos com pessoal de armazém;
- Seguro;
- Perda de qualidade e obsolescência técnica;
- Custos de capital.

Quando não existem *stocks* suficientes para garantir as vendas a todos os clientes, estamos perante custos de ruptura de *stocks*. Esta situação pode dar origem a dois cenários previsíveis:

- Para satisfazer a procura é realizada uma encomenda especial: o custo adicional desta encomenda é o custo de ruptura;
- A procura não é satisfeita ou é satisfeita mais tarde: nesta situação, os custos são mais difíceis de avaliar, em especial os custos na imagem da empresa e no grau de fidelização dos seus clientes.

## 2.10 - Mapeamento de Processos

O mapeamento de processos é uma ferramenta tradicional de engenharia. Existem 5 métodos para a abordagem normal:

- estudo dos fluxos;
- identificação dos desperdícios;
- ter em consideração se o processo pode ser otimizado;

- ter em consideração se o processo pode ser melhorado havendo alterações ao nível do layout/fluxos de transporte;
- ter em consideração se tudo o que se está a fazer é realmente necessário.

#	STEP	FLOW	AREA	DIST (M)	TIME (MIN)	PEOPLE	O P E R A T I O N	T R A N S P O R T	I N S P E C T	S T O R E	D E L A Y	COMMENTS
1	RAW MATERIAL	S	RESERVOIR				O	T	I	S	D	RESERVOIR ADDITIVES
2	KITTING	O	WAREHOUSE	10	5	1	O	T	I	S	D	
3	DELIVERY TO LIFT	T		120		1	O	T	I	S	D	
4	OFFLOAD FROM LIFT	T			0.5	1/2	O	T	I	S	D	
5	WAIT FOR MIX	D	MIX AREA		20		O	T	I	S	D	
6	PUT IN CRADLE	T		20	2	1/2	O	T	I	S	D	
7	PIERCE/POUR	O	MIX AREA 12		0.5		O	T	I	S	D	
8	MIX (BLOWERS)	O			20	1/2	O	T	I	S	D	BASE MATERIAL BLOW & ADDITIVES
9	TEST #1	I			30	1+1	O	T	I	S	D	SAMPLE TEST
10	PUMP TO STORAGE TANK	T	STORE TANK	100		1	O	T	I	S	D	DEDICATED RESERVOIR
11	MIX IN STORAGE TANK	O	STORE TANK		10	1	O	T	I	S	D	
12	IR REST	I			10	1+1	O	T	I	S	D	STAMP & APPROVE
13	AWAIT FILLING	D			15		O	T	I	S	D	LONGER IF SCREEN LATE
14	TO FILLER HEAD	T		20	0.1	1	O	T	I	S	D	
15	FILTY/TIGHTEN	O	FILLER HEAD		1	1+1	O	T	I	S	D	1 UNIT
16	STACK	T	PALLET	5	0.1	1	O	T	I	S	D	1 UNIT
17	DELAY TO FILL PALLET	D			30		O	T	I	S	D	
18	STRAP PALLET	O			2		O	T	I	S	D	
19	TRANSFER TO STORE	T		80	2	1	O	T	I	S	D	
20	AWAIT TRUCK	D	STORE		540		O	T	I	S	D	BATCH 360/ QUEUE 180
21	PICK/MOVE BY FORK LIFT	T		90	3	1	O	T	I	S	D	FORK LIFT
22	WAIT TO FILL FULL LOAD	D	LORRY		30	1+1	O	T	I	S	D	1 OPERATOR 1 HAULIER
23	AWAIT SHIPMENT	D	LORRY		50	1	O	T	I	S	D	1 HAULIER
	TOTAL		23 STEPS	443	781.2	25	6	8	2	1	6	
	OPERATORS				38.5	8						
	% VALUE ADDING				4.93%	32%						

Figura 14 - Exemplo de um mapeamento de operações

No mapeamento de operações apresentado na figura, para além da numeração, da descrição e área da operação e dos comentários, temos indicações dos fluxos, tempos, pessoas e distâncias envolvidos.

## 2.11 - O uso do mizusumashi como meio de abastecimento de peças à linha

O abastecimento de peças a uma linha fabril pode ser feita de 2 modos: baseado num sistema manual ou baseado num sistema automatizado. No sistema manual, o uso do *mizusumashi* é vantajoso pois permite que as peças sejam entregues no sítio certo, no tempo certo e na quantidade certa, potencializando o JIT. No sistema automático, o uso de veículos guiados automaticamente transporta as peças desde o armazém até aos locais estabelecidos. Embora não necessite de mão-de-obra pois todo o sistema é autónomo, é mais difícil de configurar a baixo custo.

No sector automóvel, fruto de constantes mudanças de produção que causam ajustes constantes nos postos de montagem e alterações frequentes ao *layout* da linha, o sistema manual é mais atractivo, pois ajusta-se mais facilmente às alterações por ser mais flexível.

O *mizusumashi* pode operar de 2 modos: com ou sem método periódico de revisão. Usando este método, o operador verifica a quantidade de peças na linha de montagem em determinados tempos pré-estabelecidos e abastece a quantidade correspondente à lotação dos contentores recolhidos no último trajecto. Sem este método, o operador abastece e retira de linha os contentores simultaneamente.

O *mizusumashi* apenas recolhe contentores vazios e nunca com algumas peças. Daí, o número de contentores com peças em linha é normalmente superior a 2. A capacidade desses contentores é normalmente definido com o fornecedor e não está no controlo dos sectores de linha. A figura 15 mostra o método de trabalho do *mizusumashi*.

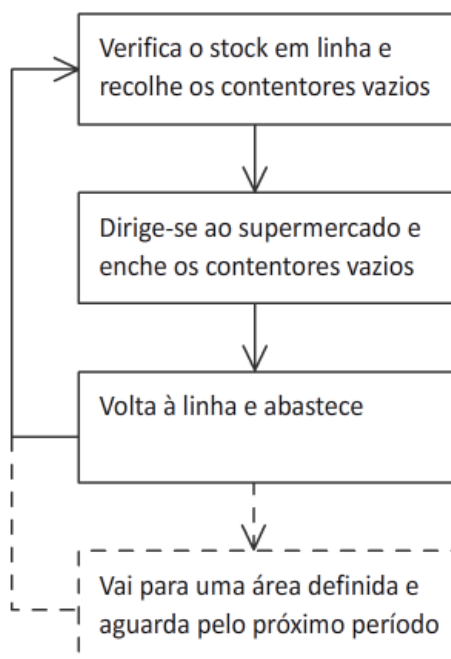


Figura 15 - Método de trabalho do mizusumashi

O *mizusumashi* trabalha em ciclos de abastecimento que podem variar consoante as necessidades das linhas. Os corredores percorridos pelo trem devem estar bem marcados no chão, e são exclusivos para que não haja a ocorrência de acidentes com

empilhadores e pessoas. Deve haver uma zona de espera, local onde o *mizusumashi* estará enquanto aguarda pelo próximo ciclo de abastecimento (figura 16).

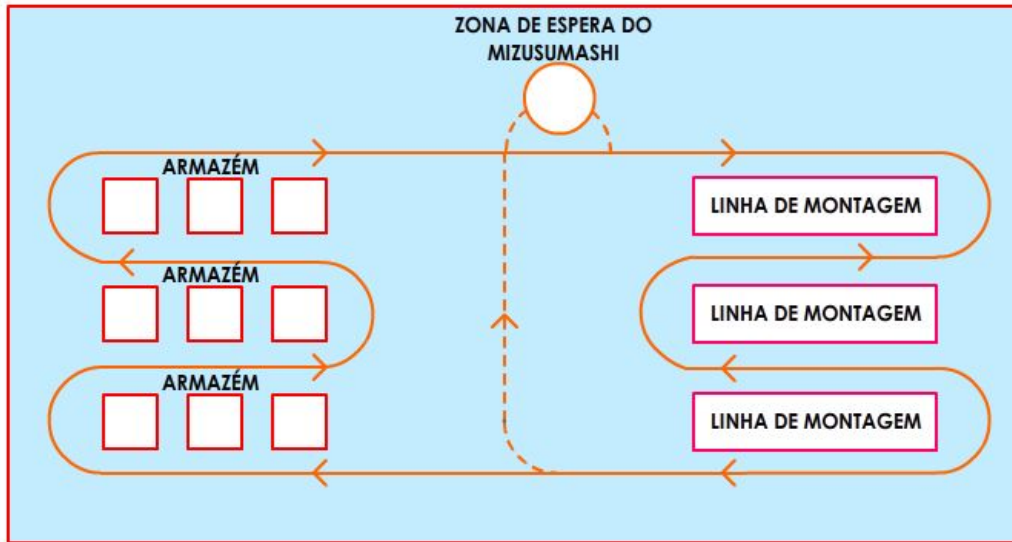


Figura 16 - rota do *mizusumashi*

## 2.12 - Número de contentores

Normalmente, o *mizusumashi* não fornece sempre as mesmas peças à linha. Caso os armazéns de diferentes tipos de peças estejam em locais diferentes, as distâncias percorridas e os tempos em que o trem irá passar na linha para verificar o stock e recolher os contentores vazios serão diferentes. Os tempos de ciclo estimados devem ter em conta um número suficiente de contentores no sistema. Esse parâmetro pode ser dado pela expressão que se segue, que representa o número óptimo de contentores por ciclo e *lead time* do processo:

$$M_{ij}^E = \left\lceil \frac{X_i + E(L_{ij})}{E(d_i) \cdot N} \right\rceil + 1$$

onde:

$d_j$  – velocidade de produção na linha  $j$  (em segundos)

$i$  – numero de identificação do *mizusumashi* ( $i=1,2,...,R$ )

$j$  – numero da linha designado para o *mizusumashi*  $i$  ( $j=1,2,...,S_i$ )

$L_{ij}$  – *lead time* para o fornecimento de peças à linha de montagem  $j$  pelo *mizusumashi*  $i$  (em segundos)

N – capacidade do contentor de peças (em peças)

R – número de *mizusumashi* no sistema

$S_i$  – número total de linhas de montagem alocadas ao *mizusumashi* i

$X_i$  – tempo de ciclo (em segundos)

$[\alpha]$  – função para arredondar ao mais menor número inteiro mais próximo

Como os tempos de ciclo do *mizusumashi* variam consoante as peças que transporta, é necessário acrescentar à expressão um parâmetro de *stock* de segurança, de modo a garantir que nunca existam paragens na linha por falta de peças. Assim, o número mínimo de contentores  $M^T$  com *stock* de segurança da linha j pelo *mizusumashi* i como  $S_{ij}$ , é dado pela expressão:

$$M_{ij}^T = \left\lceil \frac{X_i + E(L_{ij})}{E(d_i) \cdot N} + S_{ij} \right\rceil + 1$$



## Capítulo 3

### 3.1 - Descrição do caso de estudo

#### 3.1.1 - A Toyota

A *Toyota Motor Co., Ltd* foi criada em 1937 por Sakichi Toyoda com o apoio do governo japonês que estava interessado na indústria automóvel para fins militares e através de dinheiro obtido com a venda de a patente de uma máquina da *Toyoda Automatic Loom Works*, um dos principais fabricantes mundiais de máquinas de tecelagem da altura e também de Sakichi Toyoda.

As visitas à Europa e Estados Unidos, nos anos 20, aliadas a um espírito inovador, fizeram com que as 100.000 libras recebidas pela patente fossem rentabilizadas de forma a que a Toyota esteja hoje entre as dez maiores empresas mundiais. No início de 2007 a Toyota tornou-se o maior vendedor de automóveis com 11 biliões de dólares de lucro em 2006. Em 2007 o grupo Toyota vendeu mais de 8,5 milhões de veículos sob a marca Toyota, Lexus, Daihatsu e Hino, em mais de 170 países. Nessa altura a Toyota tinha cerca de 300.000 empregados

#### 3.1.2 - A Toyota Caetano Portugal

A Toyota Caetano Portugal - S.A. (conhecida como Salvador Caetano IMVT – SA até ao final de 2006), foi fundada em 1946 e dedicava-se à construção de carroçarias, actividade que ainda hoje mantém no grupo através de uma joint-venture com a Evobus, grupo Daimler Chrysler.

As principais actividades da empresa são a importação de automóveis ligeiros comerciais e de passageiros Toyota, a importação e comercialização de peças e assistência técnica, a importação, comercialização e assistência após-venda de máquinas de movimentação de cargas (Toyota) e a distribuição, comercialização e assistência após-venda de mini-autocarros Caetano (Toyota) em Portugal.

Na fábrica de Ovar a empresa monta os mini-autocarros Caetano e os comerciais ligeiros Toyota Dyna e Hiace. Esta fábrica tem ainda um sector dedicado à incorporação de componentes em veículos comerciais.

### **Visão**

A Toyota Caetano Portugal será uma referência em todas as áreas em que actua pela sua capacidade de inovar, de responder a desafios e pela sua diversificação nos serviços que oferece, na certeza da orientação para o cliente.

### **Missão**

A Toyota Caetano Portugal terá sempre posicionamento de líder de mercado em todas as áreas em que opera. É uma Empresa estratégica que, assentando na preocupação com colaboradores e clientes, será reconhecida como entidade íntegra na relação com o ambiente e comunidade, empenhado na melhoria constante, e na permanente satisfação das necessidades do cliente.

### **Valores**

- As pessoas, o respeito pelo ambiente e o crescimento económico são pilares do nosso sucesso.
- Orientação permanente para a satisfação do Cliente.
- Servir o maior número de pessoas respeitando a individualidade e dignidade de cada um.
- Procurar o crescimento pela eficiência e eficácia da gestão.
- Desenvolver uma cultura empresarial assente em princípios de equidade e justiça, da ética e da moral.
- Criar relações duradouras com parceiros a nível nacional e mundial.

### **3.1.3 - A filosofia Toyota**

A Toyota tem desenvolvido uma filosofia que objectiva eliminar perdas (*muda*) desigualdades (*mura*) e sobrecargas (*muri*), de forma a conseguir produzir com qualidade e a preços competitivos. O sistema de produção Toyota é ajustado para a

produção, utilizando processos de simplificação no trabalho, materiais e mão-de-obra tão eficientes quanto possível. A Toyota desenvolveu uma forma de produção que gere de forma integrada equipamentos, materiais e pessoas da forma mais eficiente, enquanto promove a saúde e segurança no trabalho.

Os objectivos do Sistema de Produção Toyota são:

- Redução de custos, fazendo todos os esforços para acabar com o MUDA (perdas);
- Acabar com o MUDA do modo mais fácil para obter e assegurar produtos de qualidade;
- Esforçar-se por criar locais de trabalho que respondam rapidamente a alterações;
- Os locais de trabalho devem ser organizados, baseado no respeito pelos seres humanos, crença mútua e suporte mútuo, e deve permitir que cada trabalhador realize todas as suas potencialidades para o seu pleno engrandecimento.

Concluindo, excessivos 3 M's (MUDA, MURA, MURI) provocarão um aumento gradual dos custos, logo um dos objectivos do sistema de produção Toyota é a sua redução, através da conjugação dos seguintes aspectos:

- Procurar a Racionalização dos Métodos Produtivos;
- Eliminar MUDA;
- Eliminar MURA;
- Eliminar MURI;
- Alta eficiência de equipamentos, materiais e mão-de-obra.

O Sistema de Produção Toyota envolve múltiplos aspectos, políticas ou filosofias:

- Heijunka – é o nivelamento da produção. Isto é, produzir apenas o necessário mantendo os equipamentos e pessoas tão activas quanto possíveis.
- Just-in-Time – é um termo que descreve a ideia de produzir as unidades necessárias, em quantidades necessárias e no tempo necessário

- Jidoka – num contexto industrial, significa não deixar que uma peça defeituosa passe para o posto de trabalho seguinte. Refere-se especificamente ao facto das máquinas ou da linha de produção ser capaz de parar automaticamente quando acontece algo anormal.
- Kanban – é um sistema de informação para controlar harmoniosamente as quantidades de produção em todos os processos.
- Kaizen – é o sistema de melhorias graduais feitas constantemente.
- Trabalho Padronizado – pode ser definido como a melhor maneira de se realizar determinado conteúdo de trabalho num dado momento. Se existir uma maneira mais apropriada, tal maneira deve passar a ser a nova referência, o novo padrão. Essa é a essência da melhoria contínua, do *kaizen*.
- Takt-Time – é um número padrão especificado de minutos e segundos em que cada linha deve produzir um produto ou uma peça. É calculado da seguinte forma:

$$\text{Takt-Time} = \frac{\text{Horas produção por Dia}}{\text{Unidades produzidas por dia}}$$

### 3.1.4 - A unidade fabril de Ovar

Inaugurada em 1971, a fábrica de montagem de automóveis de Ovar foi a primeira unidade de produção Toyota na Europa. Dispõe de uma área total de 310.000 m<sup>2</sup> e integra 360 colaboradores. Actualmente a fábrica procede à montagem de veículos comerciais Toyota, produz os mini-autocarros Optimo, com plataforma e mecânica Toyota Coaster e carroçaria Caetano e funciona ainda como parque de viaturas novas realizando as operações para entrega e conversões das viaturas Toyota importadas. Apesar de ter iniciado a actividade com automóveis de passageiros, a partir de 1980 a linha de montagem da fábrica de Ovar passou-se a dedicar exclusivamente à produção de viaturas comerciais. Os modelos actualmente produzidos são a Dyna e a Hiace numa linha com capacidade para produzir 9.800 unidades por ano.



Figura 17 - Linha de montagem final

Uma vez prontas e inspeccionadas as viaturas Dyna seguem não só para o mercado português como também são exportadas para mais de uma dezena de países europeus, mercados exigentes que reconhecem a qualidade dos produtos da Toyota Caetano Portugal.



Figura 18 - Modelos Toyota produzidos na TCAP Ovar

Na Toyota Caetano Portugal o sistema integrado de gestão da qualidade, ambiente e segurança assenta na metodologia do Toyota Production System (figura 19): a busca constante da excelência por parte da Toyota Caetano foi reconhecida e resultou na certificação dos seus sistemas de gestão da qualidade e do ambiente. Realizada anualmente, a revisão do sistema integrado da gestão, compreende a análise ao seu desempenho e eficácia pela direcção e pela administração.

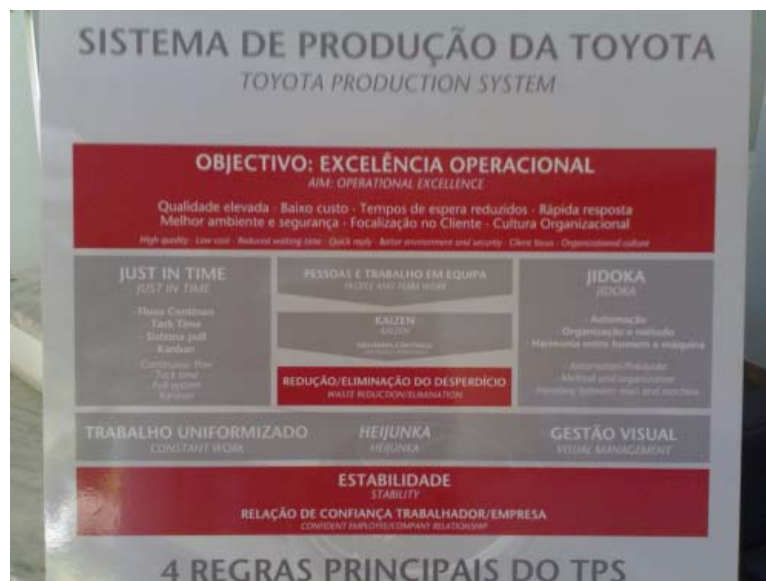


Figura 19 - Sistema de Produção Toyota



Figura 20 – TCAP Ovar

No âmbito da metodologia TPS desenvolvida no Gemba, os colaboradores são envolvidos em diversas actividades de motivação, tais como as reuniões diárias de 5 minutos e as reuniões *Seriichi* e *Yuiichi*, os 5S's, a formação do posto de trabalho, a actividade *kaizen* (figura 21) e a gestão visual da informação (figura 22) são algumas das ferramentas que também contribuem para a melhoria continua. Ao participar activamente na identificação e na resolução dos problemas, os colaboradores sentem-se motivados e preparados para os desafios do futuro, um futuro que passa por continuar a deslumbrar a fábrica de Ovar como um parceiro estratégico da Toyota na Europa com capacidades únicas para levar a marca a triunfar nos exigentes mercados das viaturas comerciais.



Figura 21 - Actividade Kaizen





Figura 22 - Placar de Informação

## 3.2 - Objectivos

### 3.2.1 - Actualmente

Actualmente, na unidade fabril da Toyota em Ovar, o sistema de armazém por supermercado ainda não se encontra implementado. As paletes com peças são transportadas por empilhador até um local próximo da linha onde são desembaladas e as peças arrumadas em caixas nos locais assinalados. Existem transportadores que trabalham em ciclo (entre os estados de preparação, *stand-by* e circulação pela linha) operados manualmente por colaboradores que levam a pé as peças à linha e as distribuem pelos diferentes *racks*.

### 3.2.2 - O que se pretende

Pretende-se implementar o conceito de supermercado e otimizar o processo de abastecimento à linha.

Pretende-se ainda que seja criada uma zona junto ao supermercado onde um pequeno número de colaboradores seja responsável pelo fornecimento de peças ao *mizusumashi*. O operador do trem logístico recolhe as caixas cheias no supermercado, deixa-as na linha, recolhe as caixas vazias da linha, deixa-as de novo no supermercado e recolhe outras cheias, de modo a que se inicie novo ciclo de abastecimento.



Objectiva-se muitos ciclos de abastecimentos de modo a ter um número reduzido de peças na linha, sem ruptura.

Pretende-se ainda implementar *kanbans* de transporte (figura 23), através de dois métodos: para as peças que são abastecidas através de caixas standard (a implementar), cada caixa terá associada um *kanban*, para as peças que pelas suas especificações sejam abastecida através de vagão desenhado para o seu caso específico, haverá um *kanban* que será colocado numa caixa de *kanbans* de modo a que o operador do *mizusumashi* proceda ao abastecimento.

Toyota Caetano Portugal, S.A. Divisão Fabril de Ovar		CÓDIGO SAP	8206 2671	QTD PEÇAS:
KANBAN				15
MODELO DYNA 947L		REF.ª / DESIGNAÇÃO	82165 - P50BB Chassis nº2	Nº KANBANS 1/8
CLIENTE YAZAKI	ENTREGA ARM. INCORP. NAC		CÓDIGO BARRAS	

Figura 23 - Exemplo de etiqueta *kanban*

## Capítulo 4

### 4.1 - Resultados

Para ser possível implementar o princípio do supermercado foi necessário conciliar vários factores:

- Layout: agrupar os pequenos armazéns espalhados num único e otimizar a sua disposição;
- Criar interacção entre o departamento de planeamento e da logística de armazéns;
- Restringir o uso de empilhadores à nave de pesados, deixando em exclusivo o uso do *mizusumashi* à área da nave 1;
- Colocar em funcionamento a plataforma, para se vencer o desnível entre as naves;
- Organização física dos transportadores para acelerar os fluxos de materiais em toda a cadeia de abastecimento;
- Implementar uma forte componente de gestão visual no armazém IN com identificação de corredores, estantes e prateleiras;
- Melhorar a identificação das peças nos *racks* de linha;
- Implementar a utilização de *kanbans* de produção na linha piloto através do uso de ciclos de abastecimento com 3 caixas;
- Disciplinar: criar regras e bons hábitos nos colaboradores.

#### 4.1.1 - Layout actual

O layout actual (figura 24 e 25) obriga a grandes desperdícios criados por movimentações que não acrescentam valor. Verificam-se demasiados fluxos de empilhadores fruto da má disposição do armazém, zonas de abertura e abastecimento dos transportadores. A inexistência de planos de operações é também um factor determinante, pois os colaboradores vão desempenhando as operações de forma descoordenada e sem sentido.

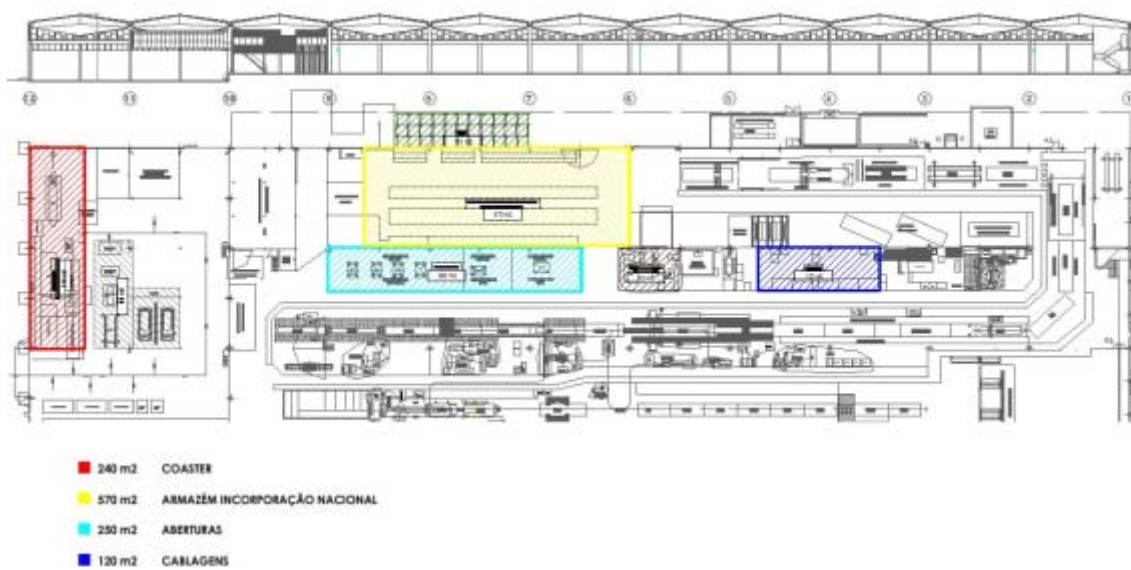


Figura 24 - Áreas em estudo

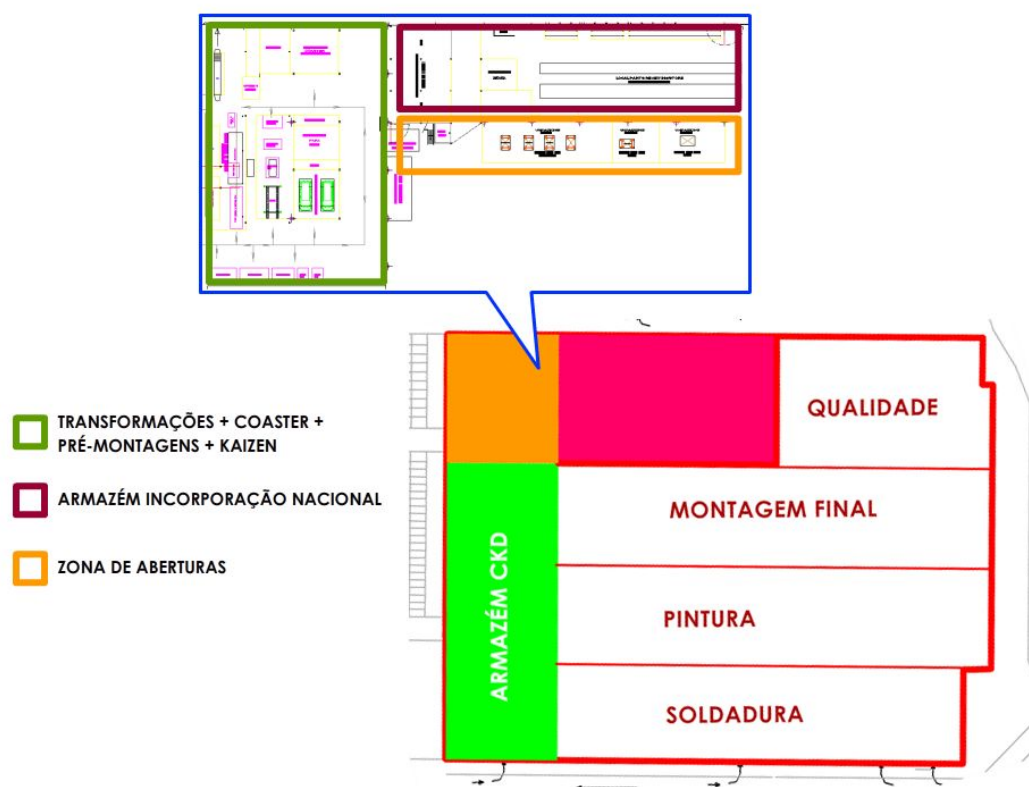


Figura 25 - Disposição actual

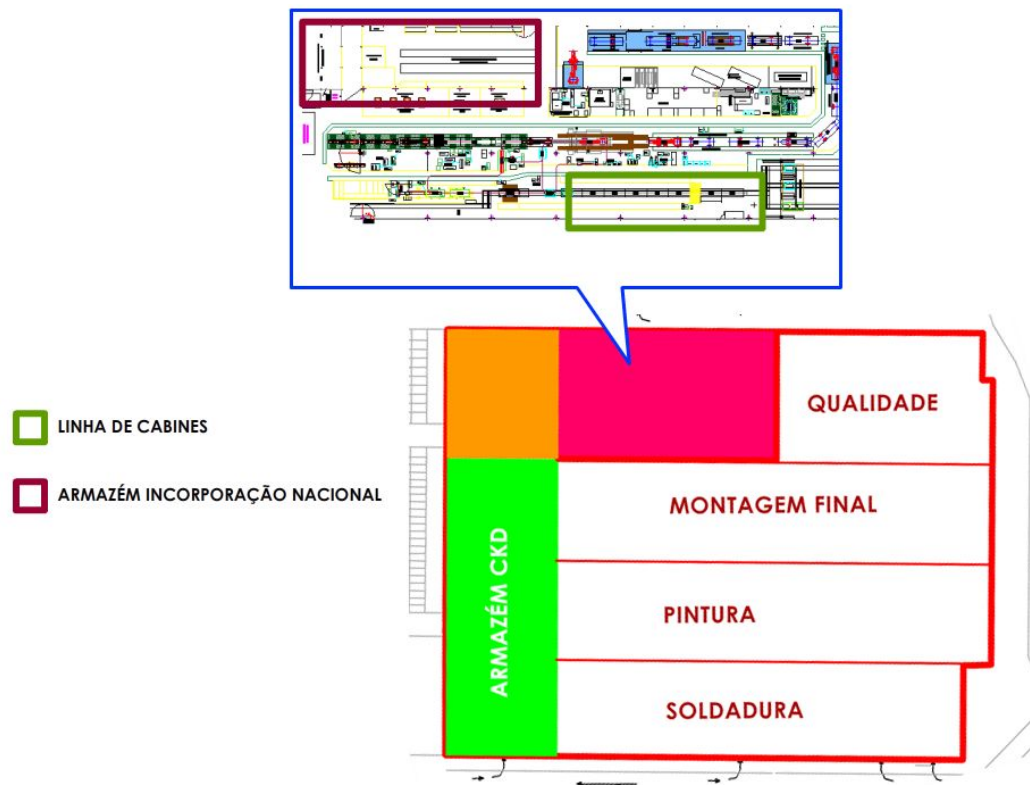


Figura 26 - Linha de teste escolhida: linha de cabines



Figura 27 - Linha de cabines

#### 4.1.2 - Proposta de *Layouts*

A proposta de *layout* 1 (figura 28) foi resultado da primeira abordagem ao problema. Incidiu essencialmente na necessidade de alterar a disposição dos

diferentes postos de trabalho, de acordo com as novas necessidades: o armazém de incorporação nacional passa para a nave de pesados (zona à esquerda na figura do *layout 1*) enquanto que as transformações + coaster + aberturas passam para o piso superior (zona à direita na figura do *layout 1*).

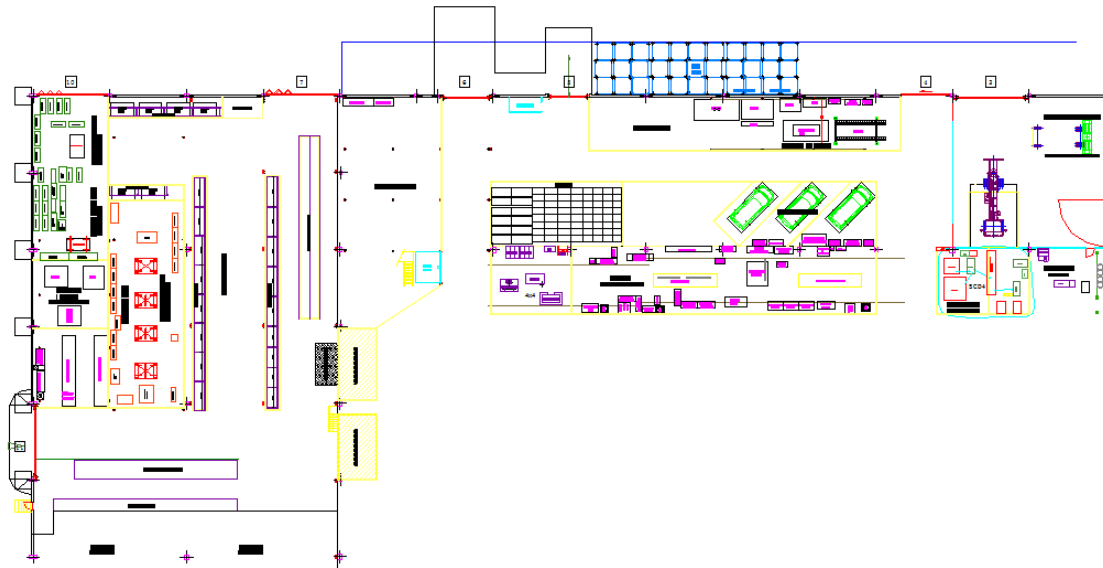


Figura 28 - Proposta de Layout 1

Uma segunda proposta nasce após o estudo ser apresentado para apreciação dos vários sectores envolvidos. O departamento de qualidade, ambiente e segurança (QAS) levantou questões relacionadas com a segurança que foram ultrapassadas com o layout 2 (figura 29).

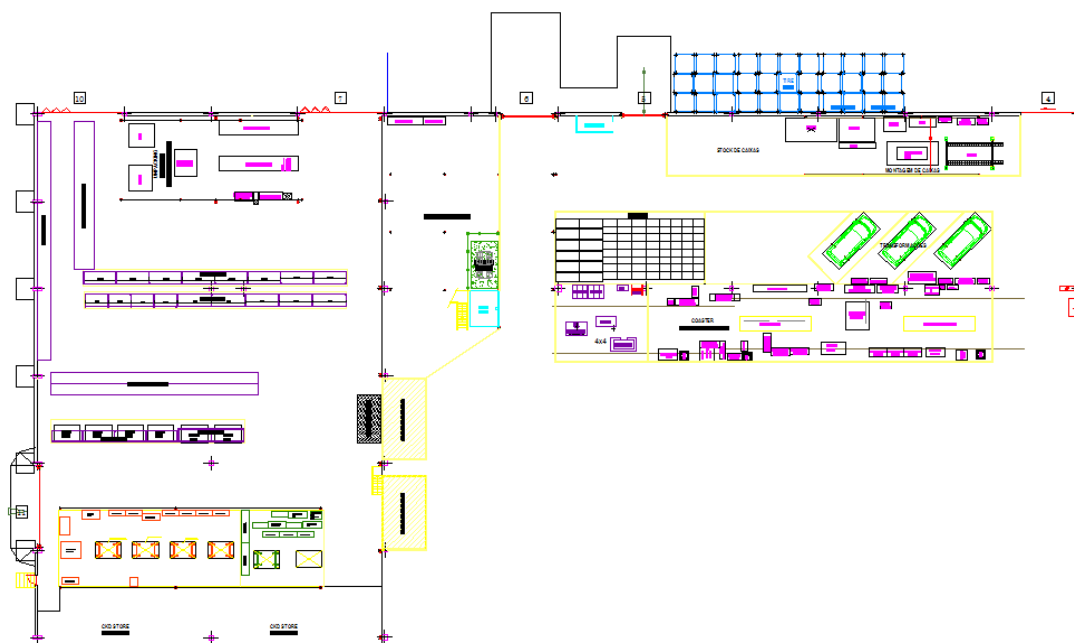


Figura 29 - Proposta de Layout 2

## 4.2 - Cargas e Descargas

De modo a ser possível melhorar o processo de cargas e descargas, foi feito um levantamento da sinalética existente e dos fluxos dos camiões a partir da portaria da fábrica até junto ao armazém. Deste modo foi criada uma metodologia de trabalho de cargas e descargas assente no princípio de que apenas um camião poderia estar junto ao armazém, na zona a verde na imagem. Os restantes passaram a aguardar numa zona de espera, marcada a vermelho (figura 30).




Figura 30 - Optimização de cargas e descargas

### 4.3 - Mapeamento de Operações

Para se conseguir criar uma tabela com tempos e materiais a transportar pelo trem logístico criou-se um documento que foi entregue aos colaboradores (figura 31), para que escrevessem as operações que desempenham ao longo do dia e o tempo associado. Recolhidos esses documentos, procedeu-se a uma análise exaustiva onde se procurou atribuir a cada tarefa uma categoria, de modo a se conseguir concluir os tempos e recursos associados a cada colaborador/tarefa.

Desta forma conseguiu-se uniformizar tarefas e procedimentos e alocar a carga humana ao *takt-time* da linha para melhor gestão do tempo de abertura.



MIND THE CHANGE  TOYOTA

LOGÍSTICA - MAPEAMENTO DE OPERAÇÕES						
Operac	Data	Hora inic	Hora fin	Operação	Detalhes	
1	Elson	23-Mar	07:35	07:50	00:15	Abastecimento do carro do chassis
2	Elson	23-Mar	07:51	08:10	00:19	Abastecimento de molas
3	Elson	23-Mar	08:15	08:30	00:15	Abastecimento do carro da cablagem
4	Elson	23-Mar	08:30	08:45	00:15	Pequeno-Almogo
5	Elson	23-Mar	08:45	09:00	00:15	Abastecimento do carro de cablagem
6	Elson	23-Mar	09:05	09:10	00:05	Abastecimento de vidros
7	Elson	23-Mar	09:12	09:15	00:03	Arrumar caixas vazias
8	Elson	23-Mar	09:15	09:26	00:11	Abastecimento de bancos
9	Elson	23-Mar	09:26	09:35	00:09	Dobrar sacos de proteção para bancos
10	Elson	23-Mar	09:37	09:45	00:08	Arrumar contentores de espelhos vazios
11	Elson	23-Mar	09:45	09:58	00:13	Abastecer espelhos
12	Elson	23-Mar	10:00	10:27	00:27	Abastecer carro de cablagens e palas hiace
13	Elson	23-Mar	10:27	10:41	00:14	Abastecimento do carro do chassis
14	Elson	23-Mar	10:42	11:07	00:25	Abastecimento do carro da cablagem
15	Elson	23-Mar	11:07	11:11	00:04	Abastecimento de vidros
16	Elson	23-Mar	11:15	11:28	00:13	Abastecimento de bancos
17	Elson	23-Mar	11:30	12:00	00:30	Almogo
18	Elson	23-Mar	12:00	12:08	00:08	Abastecimento de amortecedores + carretos + conversores
19	Elson	23-Mar	12:08	12:35	00:27	Troca de sacos de fichas de stock
20	Elson	23-Mar	12:37	12:43	00:06	Troca de palas de hiace
21	Elson	23-Mar	12:44	12:53	00:09	Abastecimento do carro cablagem principal hiace
22	Elson	23-Mar	12:55	13:05	00:10	Resolução do problema palas hiace
23	Elson	23-Mar	13:06	13:34	00:28	Abastecimento do carro da cablagem
24	Elson	23-Mar	13:36	13:45	00:09	Casa de banho
25	Elson	23-Mar	13:45	13:57	00:12	Abastecimento de molas

Figura 31 - Mapeamento de Operações

#### 4.4 - Fluxos de Empilhadores

Os fluxos de empilhadores, há muito referenciado na empresa como algo a otimizar, foi determinante no novo desenho do *layout*.

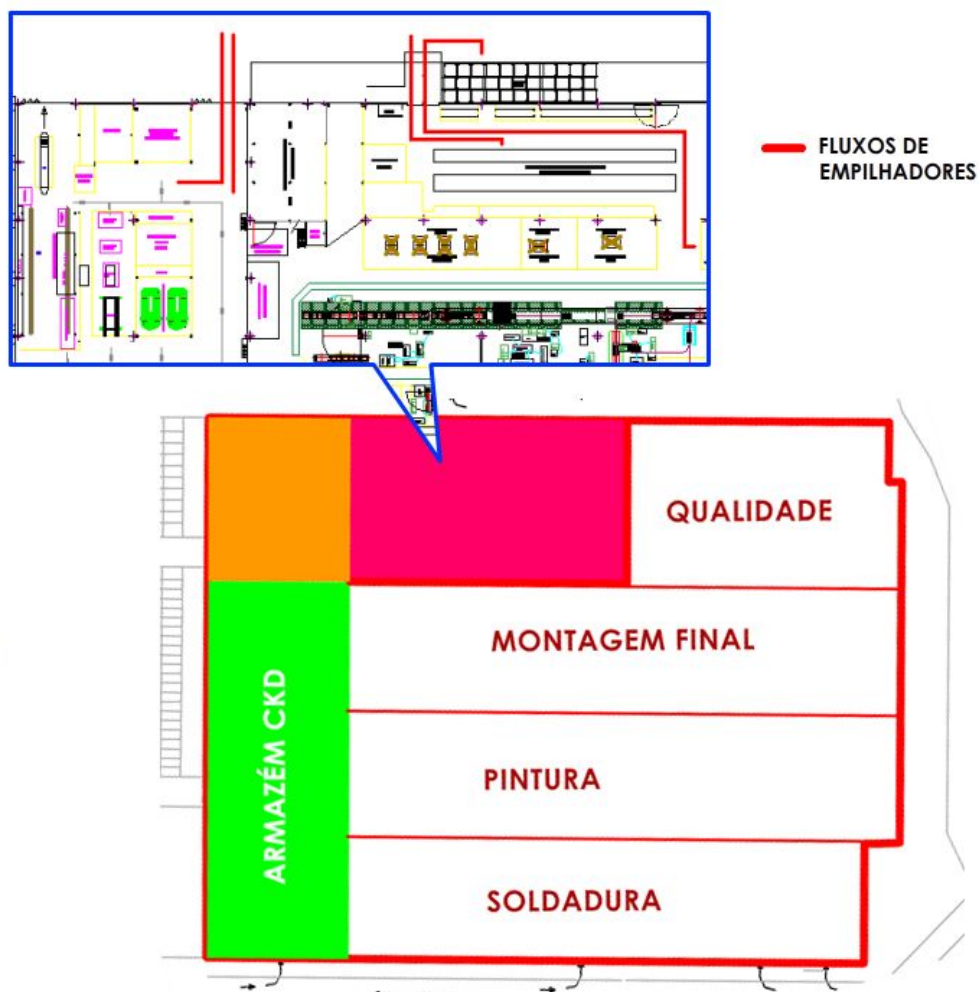


Figura 32 - Fluxos de empilhadores no layout actual



Tanto na proposta de *layout* 1 como na proposta de *layout* 2 os fluxos são em muito diminuídos.

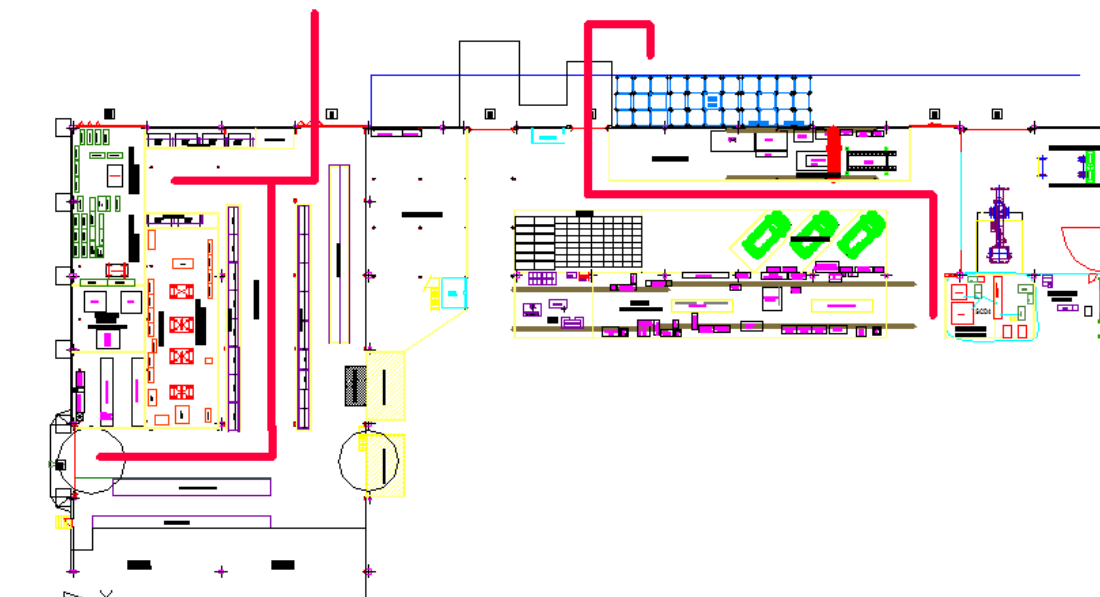


Figura 33 - Fluxos de empilhadores no *layout* 01

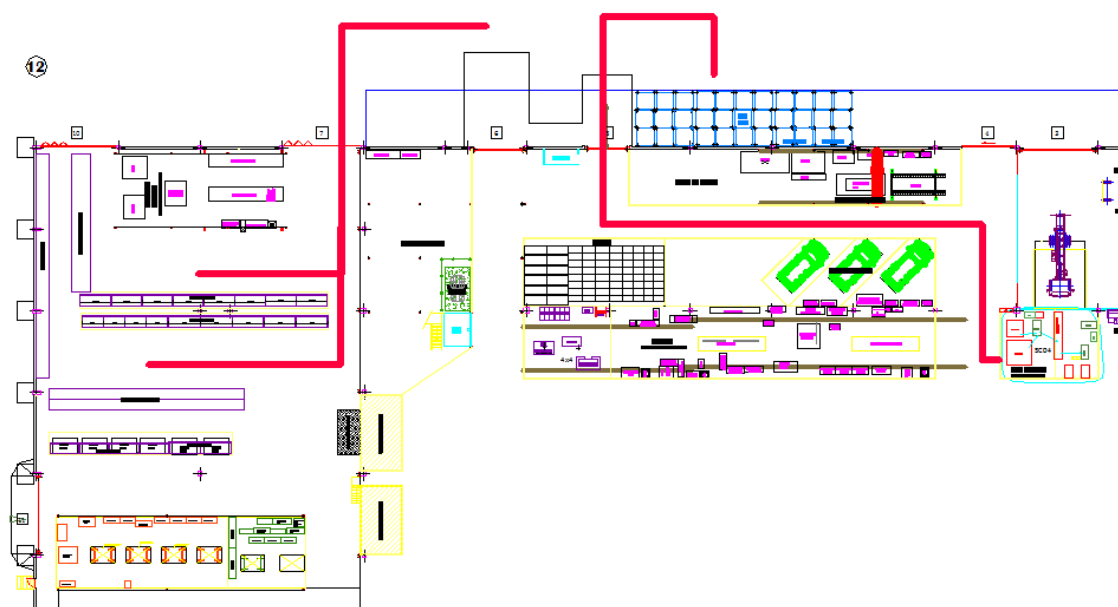


Figura 34 - Fluxos de empilhadores no *layout* 02

#### 4.5 - Reorganização dos armazéns

A reorganização dos armazéns começou pela limpeza. Foi notório que existiam armazenados peças de modelos que já não são montados, assim como uma enorme desarrumação (figura 35).



Figura 35 - Estado inicial do piso 2 do Armazém de Incorporação Nacional



Figura 36 - Estante após a limpeza, arrumação e identificação

#### 4.6 - Número de peças/lotes em uso

De modo a otimizar-se o processo de abastecimento de peças à linha de montagem final, o número de lotes em uso foi limitado a três (figura 37). Deste modo criou-se uma regra que diminui o número de peças na linha de montagem, reduzindo-se os defeitos e o desperdício de espaço.

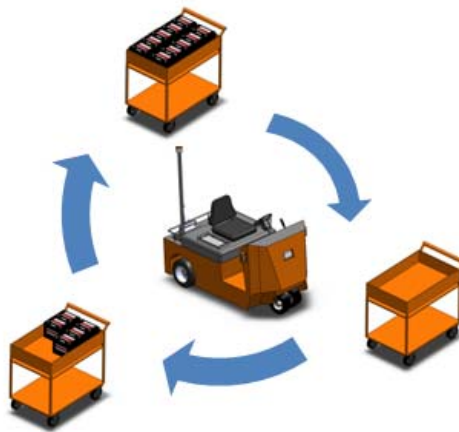


Figura 37 - Fluxo de 3 lotes

A metodologia assenta em 3 transportadores trabalharem em ciclo, estando um em abastecimento à linha, um em espera e o último a ser repostado em armazém. Desta forma o abastecimento sem roturas é assegurado uma vez que os próprios transportadores funcionam como *kanbans* de produção.

#### 4.7 - Fluxos

Foi criado um circuito para o *mizusumashi* percorrer, para o abastecimento de peças à linha de cabines (figura 38).

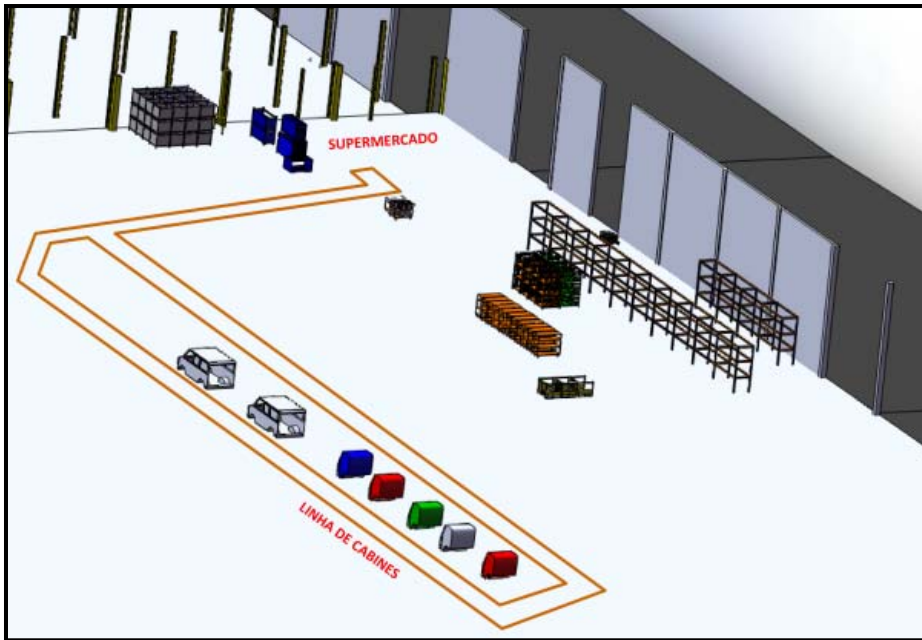


Figura 38 - Visão global das áreas envolvidas

Numa primeira fase foi ponderado haver um único corredor logístico com dois sentidos, de modo a evitar-se o atravessamento dos carris da linha. No entanto, tal conduziria a problemas pois seria necessário, em cada mudança de sentido, que o operador trancasse as 2 rodas direccionais e libertasse as que até então estavam bloqueadas (figura 39):

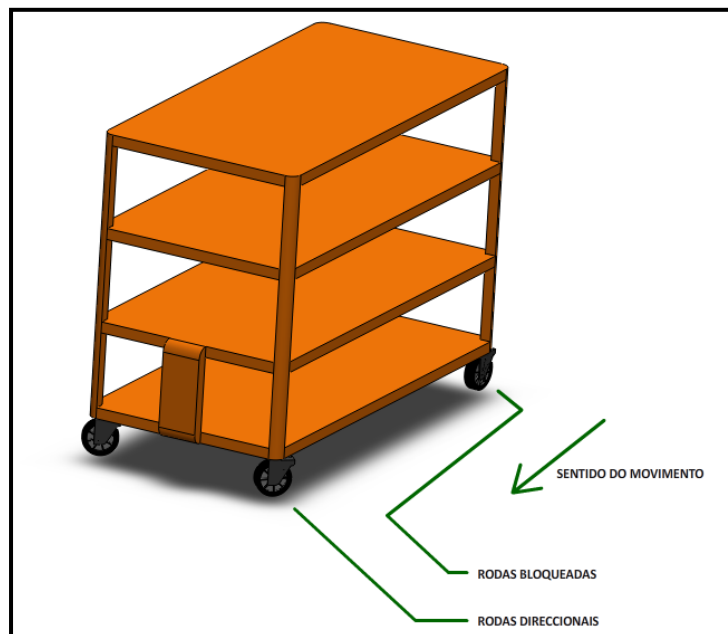


Figura 39 - Pormenor das rodas de um vagão logístico

Encontradas soluções para o atravessamento, elaborou-se um circuito contínuo, sem paragens para inversão de marcha.

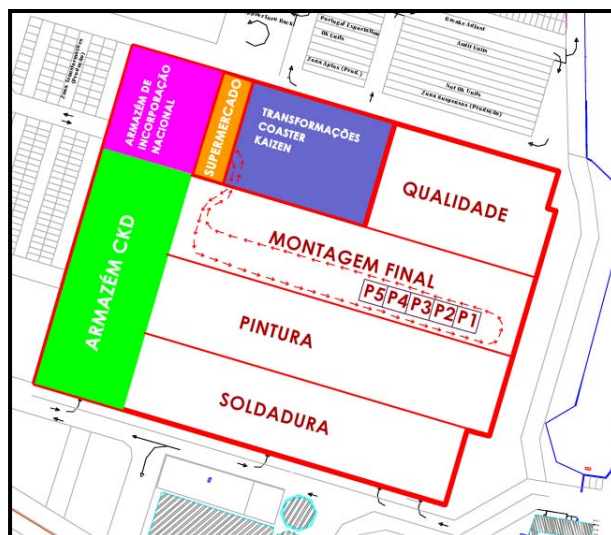


Figura 40 - Fluxo do trem logístico

Assim, o trem logístico deve seguir um plano de trabalho, percorrendo, em ciclo sincronizado com os tempos de produção - *takt-time* - o percurso desde o supermercado à linha.

A linha de cabines dispõe de duas calhas que servem de guia aos transportadores, o que constituiu um problema para o trem logístico (figura 41). O percurso adoptado atravessa uma rampa no início dos postos, de modo a permitir o funcionamento em forma de S.



Figura 41 - Atravessamento da linha de cabines

Os corredores são largos e permitem a movimentação sem dificuldade de pessoas e do trem logístico. De modo a garantir a segurança, as zonas estão delimitadas por cores

no pavimento, correspondendo o cinza à movimentação do trem logístico e o verde à movimentação de pessoas.

Em termos de distâncias e tempos:

	Distância
Supermercado à Linha de Cabines	139 metros
Linha de cabines ao Supermercado	136 metros

Supermercado à Linha de Cabines	59 segundos
Linha de cabines ao Supermercado	57 segundos

Rebocador com 4 carruagens (simulado)	Tempo
Supermercado à Linha de Cabines	124 segundos
Linha de cabines ao Supermercado	115 segundos

#### 4.8 - Caixas *Standards*

Foi elaborado um estudo detalhado para sustentar uma decisão quanto às melhores dimensões para as caixas estandardizadas a adoptar. À base de dados criada para o caso de estudo, foi acrescentada uma tabela que relaciona o código SAP de cada produto às suas dimensões e à quantidade por caixa fornecida. Assim, foi possível atribuir um tamanho *standard* a cada referência SAP.

O uso de caixas estandardizadas facilita a movimentação das peças, evita que se danifiquem e servem como suporte aos *kanbans*. Ao ser atribuído um *kanban* a cada caixa a rotatividade das caixas pelo sistema provoca por si só os fluxos necessários. Para que isto seja viável foram adoptadas três caixas para cada referência, que se distribuem pelos estados de preparação, *stand-by* e em consumo. Quando a caixa em consumo fica vazia é colocada na prateleira de retorno da estante de bordo de linha e entra em consumo a caixa que estava em *stand-by*. O mizusumashi ao percorrer o seu ciclo deixa a caixa que estava em preparação e leva a caixa vazia de volta ao supermercado, onde vai ser cheia pelos colaboradores. Como cada caixa tem um *kanban* associado, todo o processo é bastante simples de seguir.

As medidas adoptadas para as caixas *standard* são: (AxPxL)

- 100x200x100
- 125x300x150
- 170x400x225
- 210x500x300

Pretende-se que seja avaliado caso a caso quem faz o investimento, se a empresa ou o fornecedor. Existe uma terceira hipótese que é o fornecedor e o cliente partilharem o investimento baseado nas quantidades debaixo do seu controlo. Esta solução aumenta a frequência de entrega e recolha pois ambos vão pretender o mínimo de stock.

De acordo com o estudo serão necessárias, para os diferentes períodos, investimentos que rondarão os montantes apresentados:

PERÍODO	MONTANTE
03 de Novembro a 21 de Novembro de 2008	715 euros
24 de Novembro a 16 de Dezembro de 2008	1.185 euros
20 de Janeiro a 12 de Fevereiro de 2009	1.408 euros

Antecipa-se que não seja possível trabalhar com caixas normalizadas com certos fornecedores mais resistentes à mudança. Nesses casos será necessário fazer *repacking*, ou seja, após a chegada de material em caixas não normalizadas, proceder-se à abertura e colocação desses artigos em caixas normalizadas.

#### 4.9 - Bordo de Linha

O abastecimento de peças a uma linha de montagem automóvel é muito particular, quer pelas características das peças, quer pela sua fragilidade (as peças facilmente ficam riscadas ou amolgadas por transporte e manuseamento inadequados).





Figura 42 - Bordo de linha com estantes dinâmicas – trilogiq.com

Na fábrica de Ovar, a par com a implementação do trem logístico, a alteração das actuais estantes de linha para estantes dinâmicas está a ser ponderada. Assim, havendo adaptações dos postos de montagem devido a alterações nos níveis de produção, as estantes podem ser facilmente ajustadas.

Os modelos em vista são os que se seguem:



Figura 43 - Estantes dinâmicas – trilogiq.com



#### 4.10 - Kanbans

A Yazaki foi a empresa fornecedora escolhida para a implementação de *kanbans* de fornecimento.

A imagem seguinte (figura 44) mostra o fluxo de informação pretendido com o sistema de *kanbans*, os departamentos envolvidos e as pessoas directamente responsáveis .

**Fluxograma KANBAN**

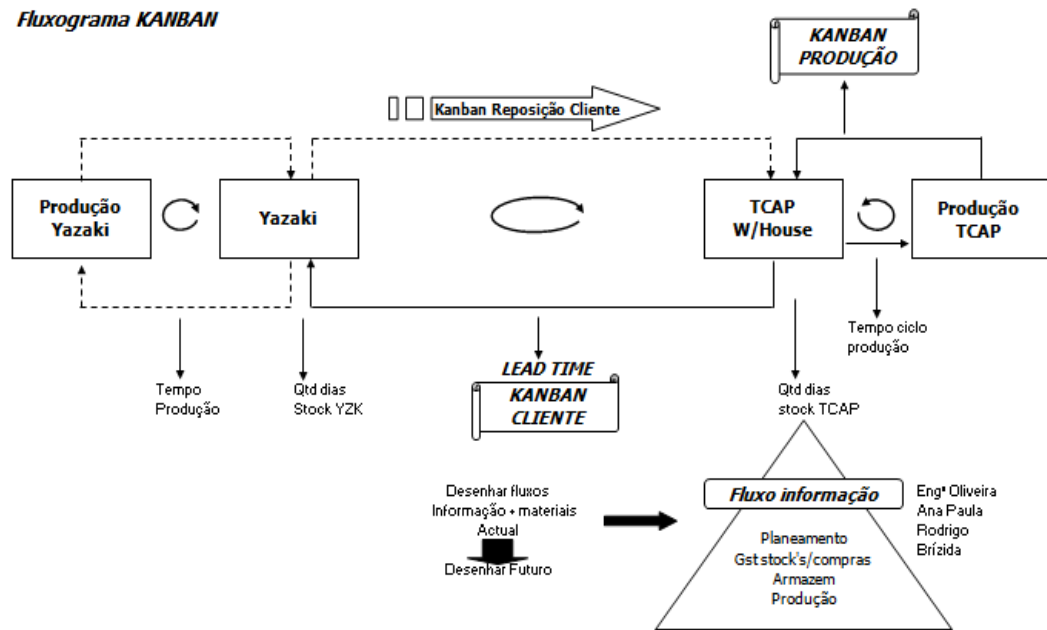


Figura 44 - Fluxograma kanban

Com base nos dados dos meses de Setembro, Outubro e Novembro de 2008 foi elaborado uma folha de cálculo (figura 45) que a partir de parâmetros como a procura diária, a quantidade por caixa, o número de caixas utilizadas por dia, a quantidade recebida por camião, o stock máximo, mínimo e de segurança, calcula o número de *kanbans* em rotação.

Os resultados obtidos correspondem a uma produção diária de 13 *dynas* e 3 *hiace*.

# DADOS KANBAN

				Dados obtidos dos meses de Set, Out e Nov'08				= PMD / SNP				Entrega diária				Produção Diária :			
				Dias	Entregas	Gr Kanban									DYNA	HIACE			
Stock segurança				5											13	3			
Ciclo reposição				1	1	2													
MOD	Código SAP	Part Number SC	Designação (Cablagem)	Alteração TMC	Procura Média Diária	Procura Média Diária	SNP (qtd. cx. s/dia)	Nº cx utilizadas s/dia	Nº cx utilizadas s/dia	Qtd recebida / cam	Grupos KANB	Stock segurança	Nº KANB em rotação	Stock máx.	Stock mín.				
	82060512	82125	EY0AA COVERSOR FREQ Nº2				0	15	0,00	0	3	0	0	0	0				
	82062670	82165	P50AB CHASSIS Nº 2			3,59	4	10	0,40	1	3	5	8	6	5				
	82062671	82165	P50BB CHASSIS Nº 2			9,51	10	15	0,67	1	3	5	8	6	5				
	82065969	82153	C5020 PORTA TRÁS Nº1			4,70	5	10	0,50	1	3	5	8	6	5				
	82065972	82162	C5020 CHÃO Nº2			2,39	3	10	0,30	1	3	5	8	6	5				
	82066020	82165	EY0AA CHASSI Nº 2 DERIVAÇÃO			5,51	6	20	0,30	1	3	5	8	6	5				
	82067735	82164	CE031 CHASSIS			0,09	1	15	0,07	1	3	5	8	6	5				
	82067736	82164	CE041 CHASSIS			2,78	3	10	0,30	1	3	5	8	6	5				
	82067737	82164	CE051 CHASSIS			5,56	6	15	0,40	1	3	5	8	6	5				
	82067738	82164	CE081 CHASSIS			0,00	0	15	0,00	0	3	0	0	0	0				
	82067739	82164	CE091 CHASSIS			0,87	1	5	0,20	1	3	5	8	6	5				
	82067740	82164	CE101 CHASSIS			3,80	4	15	0,27	1	3	5	8	6	5				
	82073597	82122	C5510 MOTOR Nº 2			0,57	1	5	0,20	1	3	5	8	6	5				
	82073598	82122	C5520 MOTOR Nº 2			12,53	13	5	2,60	3	3	15	24	18	15				
	82073599	82125	C5170 CAIXA VELOCIDADES			3,74	4	60	0,07	1	3	5	8	6	5				
	82077216	82151	C7550 PORTA FR.DTA			1,57	2	30	0,07	1	3	5	8	6	5				
	82077217	82151	C7630 PORTA FR.DTA			1,83	2	20	0,10	1	3	5	8	6	5				
	82077218	82151	C7700 PORTA FR.DTA			1,34	2	30	0,07	1	3	5	8	6	5				
	82077346	82151	C7750 PORTA FR.DTA			8,45	9	25	0,36	1	3	5	8	6	5				

Alt TMC  
Mai'09  
(948L)

Figura 45 - Cálculo de kanbans em rotação

De modo a ser possível a análise e discussão de soluções por parte de ambas as empresas, foram mapeados *lead times* de produção da Yazaki e os correspondentes tempos de consumo pela TCAP (figura 46). Uma vez que ambas as empresas pretendem simultaneamente a implementação do sistema mas igualmente garantir os seus compromissos, tornaram-se visíveis alguns pontos de abastecimento catalogados com “Analisar”.

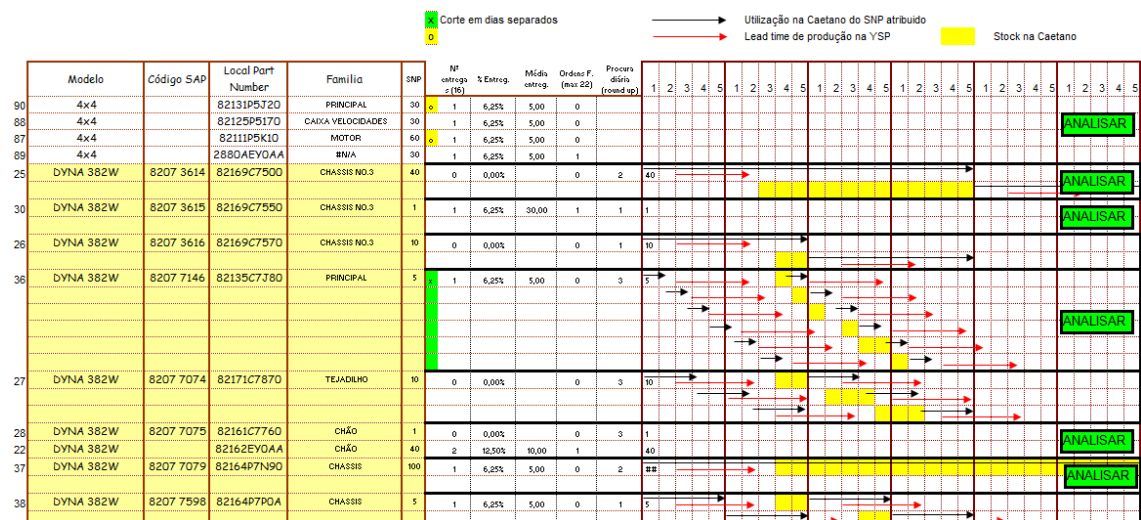


Figura 46 - Mapeamento de produção pela Yazaki e consumo pela TCAP Ovar

Neste mapa são incluídas ainda informações referentes ao número de entregas total (figura 47). A percentagem de cada entrega relativamente ao total de entregas agendadas é também visível e destacada sempre que ultrapassa os 50%. Isso deve-se à necessidade de chamar a atenção para entregas que deverão no futuro ser faseadas mas para as quais actualmente ainda não foram encontradas soluções para que isso aconteça (células a azul na imagem). Actualmente essas entregas são críticas pois o não cumprimento levará a rupturas de *stock* na TCAP.

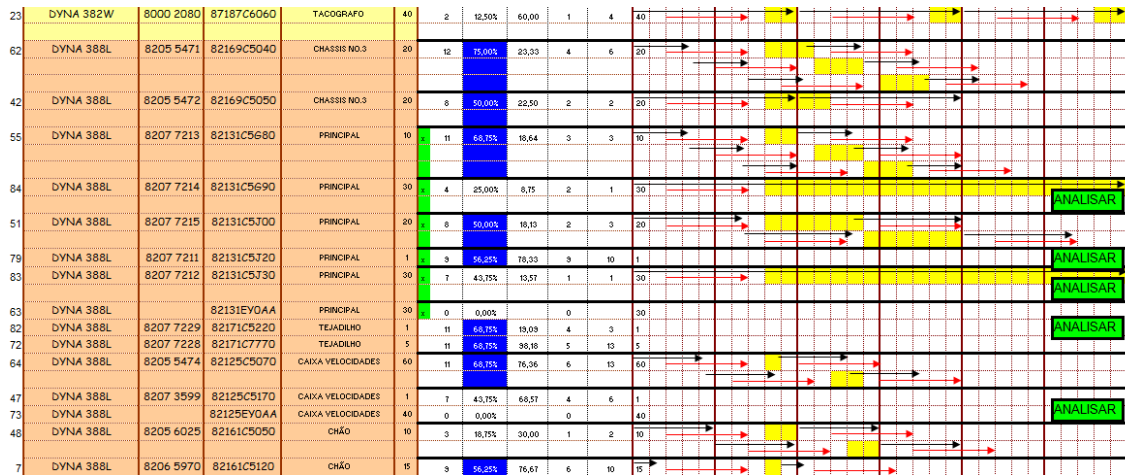


Figura 47 - Destaque para entregas críticas

#### 4.11 - Exemplo de n.º de *kanbans* de rotação obtidos

Tomando como exemplo a peça designada por C6041, a procura média diária é de 5,26 unidades. Estipulando-se uma quantidade por caixa de 100 unidades, e um stock de segurança de 5 caixas, um stock mínimo de 5 caixas e máximo de 6 caixas, obtemos um número de *kanbans* de rotação igual a 8.

#### 4.12 - Número de contentores

De acordo com a expressão obtida anteriormente, e para a mesma peça,

$$M_{ij}^T = \left\lceil \frac{X_i + E(L_{ij})}{E(d_i) \cdot N} + S_{ij} \right\rceil + 1$$

onde,

$d_j$  – velocidade de produção na linha  $j=1.080$  segundos

$i$  – numero de identificação do mizusumashi ( $i=1,2,...,R$ ) = 1

$j$  – numero da linha designado para o *mizusumashi*  $i$  ( $j=1,2,...,S_i$ ) = 1

$L_{ij}$  – *lead time* para o fornecimento de peças à linha de montagem  $j$  pelo *mizusumashi*  $i$   
= 600 segundos

$N$  – capacidade do contentor de peças = 100

$R$  – número de *mizusumashi* no sistema = 1

$S_i$  – número total de linhas de montagem alocadas ao *mizusumashi*  $i$  = 1

$X_i$  – tempo de ciclo = 1.080 segundos

$[\alpha]$  – função para arredondar ao mais menor número inteiro mais próximo

obtemos:

$$M_{ij}^T = \left[ \frac{1080 + 600}{1080 \cdot 100} + 1 \right] + 1$$

$$M_{ij}^T = 2$$

## Capítulo 5

### 5.1 - Conclusões

Actualmente, a TCAP Ovar está a atravessar um período de baixa produção, fruto da crise internacional que se instalou. Mas a crise também traz oportunidades: a fábrica está envolvida num enorme projecto de logística que a visa preparar para o futuro. Quando houver retoma de mercado e devido ao que está a ser feito hoje, a fábrica estará preparada para responder sustentadamente a um aumento de produção, com os mesmos parâmetros de qualidade. O sector automóvel é dos mais exigentes e na Toyota Caetano os desafios são aceites: a mudança de *layout*, o mapeamento de operações, a constante formação a todos os colaboradores, as jornadas de motivação, a implementação de manutenção preventiva, do armazém com buffer stocks de 15 dias e do supermercado com buffer stock para 1 dia de produção são uma prova que a melhoria continua nunca deve ser esquecida.

O projecto de abastecimento de peças à linha de montagem final, aqui mostrado em maior detalhe, é uma meta que ainda não foi atingida. O projecto de logística envolve fases de implementação que mexe com a produção e que se tornam demorosos porque é vital que o que é produzido tenha os mais altos padrões de qualidade. A discussão e aceitação das propostas apresentadas é também um processo demorado pois tem que ser visto a nível global e não departamental.

A par deste grande projecto logístico houve igualmente grandes mudanças ao nível de pequenas alterações, que por não terem grande complexidade e não implicarem grandes investimentos, foram sendo aplicadas com sucesso. Estas alterações visaram ajustar a linha à produção, tendo em conta a optimização dos recursos existentes. Igualmente, a eliminação de postos de pré-montagem da linha aumentou os espaços e a gestão visual, reduzindo o risco de acidentes e de danos nas peças em trânsito.

O *mizusumashi* fez as primeiras viagens de teste em Abril de 2009, num período em que a linha estava parada devido a *layoff*. Foram anotados os tempos de deslocação do trem, e resolvidos os problemas de atravessamento da calha da linha de cabines.

Encontra-se em estudo alterações profundas ao nível das estantes de bordo de linha, tendo sido contactados fornecedores no sentido de darem respostas às necessidades. Uma possibilidade será usar-se estantes que possibilitam a montagem e desmontagem de prateleiras dinamicamente.

Em termos de plano logístico a 3 anos, o ano de 2009 tem como objectivo estudar tudo o que pode ser realizado para alcançar as mudanças previstas tendo sempre em vista as vantagens e as desvantagens dessas alterações, o segundo ano terá como objectivo a implementação das mudanças estudadas e o terceiro servirá para corrigir o que ainda não está correctamente implementado.

## Bibliografia

- Carvalho, José Eduardo, Sistema de Produção Lean, Aveiro, 2008
- Sistema de custo kaizen, 2.º encontro de engenharia e tecnologia dos Campos Gerais, Campos Gerais, Agosto de 2008
- V Charles, N Raghavendra Puthraya e S Irene Kavitha, Simple Kanban Technique for Better Inventory Management, The Icfa University Press, 2007
- Delmo Alves de Moura e Rui Carlos Botter, Gestão de operações e logística – caracterização do sistema de coleta programada de peças, milk run, ©RAE-eletrônica - vol. 1 • nº 1 • jan-jun/2002
- Edward J. Phillips (1997), “Manufacturing plant layout: fundamentals and fine points of optimum facility design”, Dearborn (MI)
- Gordon, Maria (1995) “Push and Pull”, Hove
- James M. Apple (1977), “Plant layout and material handling”, New York
- Kaizen and Lean Manufacturing Consulting: Gemba Research (2008) <http://www.gemba.com>
- Lando Nishida (2008) “Logística Lean: conceitos básicos”, Brasil
- Namoura, J. and S. Takakuwa (2006). "Optimization of a Number of Container for Assembly Lines: The Fixed Course Pickup System." International Journal of Simulation Modeling”, Japan
- Productivity Press, Development Team (2002), “Kanban for the Shopfloor”, New York
- Toyota Motor Corporation, “Sistema de Produção Toyota” (1984), Japan
- Daniel T. Jones, Peter Hines and Nick Rich, Lean logistics, Cardiff Business School, Cardiff, UK

## Webgrafia

- [http://www.luizfreire.com/producao/lean\\_manufacturing/just\\_in\\_time.php](http://www.luizfreire.com/producao/lean_manufacturing/just_in_time.php)
- Instituto Kaizen (2008) <http://pt.kaizen.com>
- Lean Institute Brasil (2008), <http://www.lean.org.br>
- <http://www.kanban.com>
-